



**TESIS DOCTORAL**

# **Modelo de Gestión para Control de Calidad en Edificación**

Doctorando:

**Carlos Eugenio Rodríguez Jiménez**

Directores:

**Dr. Rafael Lucas Ruíz**

**Dr. Juan Manuel Macías Bernal**

Departamento de Construcciones Arquitectónicas II  
Sevilla, septiembre de 2015



**Tesis Doctoral**

# **MODELO DE GESTIÓN PARA CONTROL DE CALIDAD EN EDIFICACIÓN**

Carlos Eugenio Rodríguez Jiménez



Directores

Dr. Rafael Lucas Ruíz

Dr. Juan Manuel Macías Bernal

Departamento de Construcciones Arquitectónicas II

E.T.S de Ingeniería de Edificación

Sevilla, Septiembre de 2015

**ÍNDICE.-**



# ÍNDICE

<b>Índice</b>	<b>01</b>
<b>Resumen y Agradecimientos</b>	<b>07</b>
<b>Preámbulo</b>	<b>11</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>13</b>
1.1. Acercamiento a la noción de calidad	16
1.2. Aproximación al concepto control de calidad	21
1.3. Pensamiento personal	24
1.4. Interrogantes iniciales	25
<b>2. Justificación del Tema elegido</b>	<b>27</b>
2.1. La usuarios ante la calidad en la edificación	30
2.2. Los congresos profesionales y la calidad	34
2.3. El equipo de investigación ante el reto de la calidad	37
2.4. Resumen de la justificación	38
<b>3. Objetivos</b>	<b>39</b>
3.1. Objetivos principales. Buscar un nuevo modelo	41
3.2. Objetivos instrumentales. Nuevas herramientas	41
<b>4. Marcos de Referencia</b>	<b>43</b>
4.1. Marco legislativo español	44
4.1.1. Antecedentes	44
4.1.2. Normativa de aplicación	45
4.2. Una mirada al marco de las empresas y entidades	70

**5. Estado del Arte 79**

5.1. Herramientas tradicionales para Control de Calidad	80
5.1.1. Planteamiento inicial	80
5.1.2. Selección de herramientas tradicionales para el control	80
5.2. Factores determinantes del Control de Calidad	89
5.2.1. Recopilación de factores en la bibliografía	89
5.2.2. Resumen de factores según las fuentes	102
5.3. Síntesis del Estado del Arte.	103

**6. Metodología 105**

6.1. Planteamiento	106
6.1.1. Encuadre metodológico histórico	106
6.1.2. Enfoque de la metodología seguida	109
6.2. Fundamentos teóricos	112
6.2.1. La herramienta QFD	112
6.2.2. El método Delphi	120
6.2.3. La Lógica Difusa	121
6.3. Estructura de la fase experimental	130
6.3.1. Configuración de Factores. Esquema seguido	130
6.3.2. Estudio de expedientes reales. Esquema seguido	131
6.3.3. Consulta a expertos. Esquema seguido	132
6.3.4. Procedimiento para los trabajos experimentales	133

<b>7. Etapa Analítica</b>	<b>135</b>
7.1. Configuración de Factores. Desarrollo experimental	136
7.1.1. Propuesta de Factores para el Modelo	136
7.1.2. Análisis de Factores relacionados con lo material	141
7.1.3. Análisis de Factores relacionados con los conceptos	184
7.1.4. Análisis de Factores relacionados con las personas	195
7.1.5. Reflexión sobre la contribución de los factores	213
7.2. Estudio de expedientes reales. Desarrollo experimental	215
7.2.1. Estudio general de los 153 expedientes	215
7.2.2. Examen pormenorizado	217
7.2.3. Análisis de la información obtenida	226
7.2.4. Funciones del control derivadas del estudio de expedientes	239
7.2.5. Características y aportaciones de las Funciones	241
7.2.6. Datos complementarios del estudio de expedientes	258
7.3. Consulta a expertos. Desarrollo experimental	310
7.3.1. Matriz de inicio	310
7.3.2. Primera Consulta a expertos. Ponderación de Factores	313
7.3.3. Primera Consulta a expertos. Modelado Difuso	316
7.3.4. Segunda Consulta a expertos. Factores/Funciones	325
7.3.5. Segunda Consulta a expertos. Modelado Difuso	329
7.4. Bases del Modelo	331
<b>8. Propuesta y Viabilidad del Modelo</b>	<b>333</b>
8.1. Matriz Final del Modelo M153	335
8.2. Aplicación comparativa del Modelo M153	340
8.2.1. Resultados de la comparativa	344

<b>9. Conclusiones</b>	<b>351</b>
9.1. Conclusiones principales	352
9.2. Herramientas instrumentales desarrolladas	353
9.3. Futuras líneas	354
<b>10. Fuentes</b>	<b>359</b>
10.1. Publicaciones	360
10.2. Normas	370
10.3. Webgrafía	372
10.4. Programas informáticos	373
<b>11. Anejos</b>	<b>375</b>
11.1. Metodología de control en la normativa Lc 91	376
11.2. Listado de Normas Tecnológicas de la Edificación	380
11.3. Documentación de los cuestionarios a expertos	390
11.4. Glosario de términos	414
11.5. Relación de figuras, tablas e imágenes	417



## **RESUMEN y AGRADECIMIENTOS.-**

## RESUMEN

Al adentrarse en el ámbito del control de calidad para edificios de nueva planta en España se percibe una fuerte dispersión en los patrones organizativos, donde además los planteamientos actuales no siempre parecen completar su misión decisiva en pro de un producto de calidad.

El presente trabajo busca mejorar ese marco y propone un modelo de referencia eficiente en la gestión del control, mediante la integración óptima de factores condicionantes y funciones operativas.

Para ello se parte, por un lado, de fuentes especializadas que aportan los fundamentos teóricos y las herramientas básicas.

De otra parte la investigación tiene un apoyo crucial en la realidad, a través del estudio empírico de 153 expedientes de control de calidad, la realización de consultas a 17 expertos del sector así como la experiencia en la materia del equipo de trabajo.

El proceso se completa con la adecuación de las técnicas Delphi y QFD, unida a un análisis matemático avanzado mediante Lógica Difusa, generándose así el modelo y su comparador con otras actuaciones.

## Palabras clave

Control de Calidad, Calidad en la Edificación, Gestión, Eficiencia, Fuzzy-QFD.

## ABSTRACT

When we enter into the field of Quality Control for new buildings in Spain, it is perceived a great deal of organizing patterns and current approaches don't always seem to fit its crucial task in obtaining a product of quality.

Consistent to it, this work tries to improve such framework, exposing a new model of efficiency in the management. To this end, we serve of a process of interweaving conditional factors as well as working functions.

In the quest of this purpose, we take credit of specialized sources, for so having the necessary theoretical basis and tools in the pursuing work.

Our research is grounded in reality through the empirical study of 153 Quality Control dossiers that were carefully revised, and 17 experts were also asked by technical counseling. Other sample was the accumulated experience of the working team.

Culminating our dissertation, are used adapted-versions of the Delphi and QFD techniques in combination to sophisticated mathematical analysis through Fuzzy Logic. Thus, we get the model and a comparative procedure with other performances.

## Keywords

Quality Control, Building Quality, Management, Efficiency, Fuzzy-QFD.



## AGRADECIMIENTOS

Todos los esfuerzos realizados por este doctorando para llevar a cabo la presente Tesis están sustentados, a la vez que compensados, por la enorme ayuda recibida de numerosas personas y organismos. Es de justicia reconocer, al menos, el empeño de los apoyos más destacados, sin los cuales no hubiera sido posible culminarla.

En primer lugar a mis directores de Tesis, los doctores D. Rafael Lucas Ruíz y D. Juan Manuel Macías Bernal. Más allá de sus incalculables aportaciones y desmedida dedicación, es loable la infinita confianza y afecto que han depositado en mí así como la pasión demostrada por este trabajo.

Al profesor D. Jorge Polo Velasco, amigo, y sin duda mi mejor maestro. Referente indispensable en materia de control de calidad en nuestro entorno, cuya admiración profunda me consta compartida por un amplísimo número de personas del sector.

Al doctor D. Ubaldo Espino Pérez, también amigo y miembro de nuestro grupo de investigación, por aportar luz en la dirección acertada.

Al Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla y en particular a su director, el doctor D. Valeriano Lucas Ruíz, cuyo impulso y aliento han sido decisivos.

Al doctor D. Jesús Barrios Sevilla, verdadero germen de mi vocación docente e investigadora y siempre un ejemplo a seguir.

A la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad de Sevilla así como al resto de entidades y empresas que nos han prestado su ayuda.

Por último en el plano personal, a mi familia, colaboradores indispensables que han llevado con heroicidad esta actividad extemporánea de su progenitor o consorte.

**PREÁMBULO.-**

## PREÁMBULO

La materia elegida para esta Tesis, el control de calidad, es una técnica de producción que se ha desarrollado principalmente desde el inicio del SXX. Podemos ubicarla aún en una etapa de juventud presta a una evolución muy importante, en la que destacan la fortaleza y el vigor propios de un conocimiento en fase de expansión.

Con todo ello, ante el mundo tecnológico que nos rodea y con una demanda cada vez más exigente, cobra mayor relevancia la frase de J. Ruskin<sup>1</sup>: *“la calidad no es un accidente; siempre es el resultado de un esfuerzo de la inteligencia”*.

Partiendo de estas premisas, que se antojan inquietantes, comienza el camino de la investigación (y por tanto de aprendizaje) con el ánimo de contribuir en positivo a un área de conocimiento y a un sector productivo que realmente nos apasionan.

En mi situación personal, con una experiencia vinculada al control de calidad en edificación de más de 25 años, he vivido luces y sombras tanto sobre los planteamientos de la calidad como de su control, este trabajo constituye un reto ilusionante en el que se vuelcan mis conocimientos en la materia así como el deseo de crear nuevos métodos para que las situaciones cambien. No podemos olvidar que la calidad adecuada al producto es uno de los condicionantes que fundamentan hoy en día la sostenibilidad del mismo, como veremos más adelante.

De otra parte, en un plano de reflexión superior, hemos de considerar que cualquier actividad en el campo de la investigación se desarrolla con unos recursos determinados, en un entorno coyuntural y durante una etapa concreta. La conjunción de estos tres factores con sus respectivas ponderaciones constituye el marco que va a perfilar los trabajos.

En última instancia la consecución de unos objetivos va a depender decisivamente de la metodología elegida, siendo en su elección y desarrollo donde las circunstancias exógenas y endógenas marcan su mayor influencia.

Pero el entorno no es estático sino en continua evolución. En palabras del filósofo griego Heráclito: *“Nada es permanente, excepto el cambio”*.

En consecuencia el resultado final de la investigación es siempre único. Las apreciaciones y determinaciones llevadas a cabo estarán siempre sujetas a un criterio diferenciado, fruto de un cambio de coordenadas con respecto a las que localizaron a su autor.

---

<sup>1</sup> Ruskin, John. (1819-1900). Escritor y sociólogo británico.

## **1. INTRODUCCIÓN.-**

# 1 INTRODUCCIÓN

El control de calidad es sin duda un concepto familiar del que todos nos hacemos a priori una idea aproximada y no suele necesitar de amplio preámbulo en sus referencias documentales. Como muestra de su acepción popular podemos acudir a la definición del portal web Wikipedia:

*“El control de calidad son todos los mecanismos, acciones, herramientas realizadas para detectar la presencia de errores.”<sup>1</sup>*

La descripción presenta un enfoque genérico razonable y perfectamente aplicable a determinadas parcelas productivas. Es claro que el descubrimiento de fallos es una labor implícita al control.

Pero el problema surge al pensar en **cuál es la mejor forma de materializar el control** en un sistema amplio y complejo como el proceso constructivo. El planteamiento de este caso concreto debería estar a la altura y huir de visiones simplistas. Sin embargo las palabras de una autoridad en la materia, Álvaro García Meseguer, tildan de escaso el tratamiento que se aplica con frecuencia en el sector de la construcción: *“el control de calidad en construcción se ha venido identificando con la vigilancia en obra y la realización de algunos ensayos”.*<sup>2</sup>

Ciertamente, en el campo de la tecnología de la construcción existe inercia a controlar la calidad confiando casi en exclusiva en la realización de pruebas sobre los productos. Es una aplicación que se nos antoja, a priori, parcial y limitada, pues una mínima consideración al respecto nos lleva a pensar que lograr la calidad no puede confiarse sólo a las actividades de ensayo o inspección, sin la existencia de acciones de prevención, organización, planificación, optimización, participación activa, etc. que consigan mantener bajo control todos los aspectos implicados en un sector productivo, orientándolos en busca de los objetivos.

Pero tampoco el campo de los ensayos comúnmente realizados parece escapar al problema, ya que es fácil escuchar quejas de los profesionales del sector en relación a ellos, por ejemplo aludiendo dificultades para la utilidad de los mismos, tales como que los resultados llegan cuando las unidades están en ejecución avanzada o a que éstos no ofrecen un pronunciamiento por parte del laboratorio que los realiza. La figura 1/01 refleja este último mediante una instantánea del apartado dedicado a comentarios, perteneciente a un informe de ensayos mecánicos sobre un revestimiento de piedra natural.

---

<sup>1</sup> Wikipedia, enciclopedia libre. <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia> Febrero 2015.

<sup>2</sup> García Meseguer, A. 1983. Para una teoría de la Calidad en Construcción.

	Media	79.0
<p><b>4.- COMENTARIOS</b></p> <p>No existe normativa sobre los resultados de los ensayos por lo que no podemos determinar su admisibilidad.</p> <p style="text-align: right;">Fdo:</p>		

**Fig. 1/01. Ejemplo de comentarios reflejados en un parte de ensayos**

Pero antes de seguir avanzando en la formulación de los interrogantes de partida es procedente fijarnos en los dos principales conceptos implicados, es decir, la noción “**Control de Calidad**” y la de “**Calidad**” propiamente dicha.

Ambos términos están muy vinculados, e incluso en algunos ámbitos se produce cierta identificación entre ambos. Para buscar respuesta a este parentesco puede apuntarse, en primera instancia, a una justificación común puramente lingüística pues la inclusión del vocablo (Calidad) en la locución (Control de Calidad) puede llevar a mimetizar ambos.

Hay casos en los que incluso se ha hecho patente una evolución conceptual del control de calidad hacia la calidad, que podemos simbolizar en el cambio de denominación de la Asociación Española para el Control de Calidad (AECC) de los años 60 y 70 en la actual Asociación Española para la Calidad (AEC). Ello tiene su lógico fundamento, al hilo de lo ya expresado, en la necesaria diversificación de los procesos de conformidad y la implicación de nuevas facetas en la esfera técnica presente, como respuesta a una demanda de calidad cada vez más exigente, que no se conforma con productos meramente aceptables y busca la excelencia.

En cualquier caso, cada una de estas dos nociones de partida, **Calidad y Control de Calidad**, poseen una proyección suficiente para tratarlas en detalle, lo cual realizamos a continuación en sendos puntos que nos ayudarán a entender mejor el planteamiento de inicio.

## 1.1 Acercamiento a la noción de calidad

Encontramos innumerables autores y textos relacionados con este trascendental concepto a lo largo de la historia reciente (principalmente a partir de la revolución industrial). Los encuadres varían en función del contexto y finalidad de cada caso; sin embargo para una primera aproximación que nos sea útil en nuestra investigación, lo más acertado es recurrir a aquellas figuras históricas que han aportado las teorías con mayor trascendencia dentro de los sectores industriales y empresariales del último siglo.

De la lista de nombres que responden a este criterio hemos querido acotar, **acercándonos a cuatro de ellos**, cuyo pensamiento sirve de muestra representativa para ilustrar el conocimiento relativo a la noción de calidad que ha llegado hasta nuestros días.

Nos referimos a **Frederick Taylor, Edwards Deming, Joseph Juran y Philip Crosby** cuya síntesis de ideas complementaremos con las definiciones reflejadas en la **normativa ISO**.

### ***Frederick W. Taylor***

Frederick Winslow Taylor (EEUU, 1856-1915). Este ingeniero desarrolló su carrera profesional en la industria del acero norteamericana. No es un ideólogo de la Calidad propiamente dicho, pues sus aportaciones las realiza en la organización industrial (el llamado “**management científico**”) las cuales le convirtieron en una referencia para la producción industrial. Aunque parte de sus ideas son consideradas actualmente como desfasadas, el Taylorismo<sup>3</sup> aparece como uno de los precursores de las teorías modernas de Calidad al generar los principios de la organización científica del trabajo. Ello constituyó una verdadera revolución en la gestión de las recién nacidas cadenas de producción, mejorando resultados y explotación. Así por ejemplo, las innovaciones en estudios sobre las productividades y el control de éstas, su impulso a la formación de trabajadores o la realización de selección por tareas, entre otras, crearon un paradigma cuya influencia inmediata en la industria norteamericana, y posteriormente en otros países, fue muy notable.

Las repercusiones del pensamiento de Taylor en cuanto a la calidad se sintetizan en dos ideas:

---

<sup>3</sup> La bibliografía suele utilizar el término “Taylorismo” para referirse a la doctrina derivada de los postulados de Taylor.

- La visión de prosperidad a largo plazo innata en su ideario<sup>4</sup>. Por ello promulga **un desarrollo** en la organización, control, administración y calidad del trabajo por parte de mandos y obreros de la factoría cuyos resultados positivos se van obteniendo progresivamente en el tiempo. Estas bases van a marcar las posteriores teorías de relevancia en cuanto a Calidad y Control de procesos de producción.
- Más allá del acierto en los postulados concretos de Taylor (sus ideas generaron cierta crítica y sus formulas han sido discutidas ampliamente), lo trascendental está en el innegable **salto cualitativo** que establece. Con este tipo de teorías la operativa de producción borra sus influencias artesanales, donde cada individuo conoce su trabajo y lo desempeña bajo su criterio, pasando a una filosofía en la cual se estudia, planifica, y controla cada unidad para sacar un mayor rendimiento común. Ciertamente las teorías modernas de calidad, y el planteamiento de esta tesis también, responden a ese enfoque que pondera el estudio científico previo para conseguir resultados más eficaces.

### **W. Edwards Deming**

En el Japón posterior a la segunda guerra mundial, con las connotaciones de haber perdido dicha confrontación, se mira con algo más que recelo a la industria floreciente de los victoriosos norteamericanos. En este contexto el ingeniero y matemático estadounidense Williams Edwards Deming (1900-1993) lleva a cabo en el país nipón una importante difusión de sus conceptos sobre la calidad como clave para mejorar la actividad productiva, lo cual cala en los responsables empresariales y tiene destacados efectos en su producción años más tarde.

En su obra expone diversos factores para un cambio de enfoque que propicie el éxito en la empresa y la salida de las situaciones de crisis, con un patrón común basado en la calidad, la cual se consigue partiendo de la constancia en la mejora de productos y servicios.

La síntesis del planteamiento de Deming y la calidad pasa por una consideración previa realizada en uno de sus discursos:

*“La calidad debe ser también un compromiso de la alta dirección y de los responsables económicos.”*<sup>5</sup>

A partir de aquí el enfoque destacado en la línea de nuestro trabajo engloba dos ideas fundamentales:

---

<sup>4</sup> Taylor, F. W. 1984. Management Científico.

<sup>5</sup> Deming, W. E. 1989. *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*.



- La calidad no se consigue **sólo con control en el tratamiento directo del producto** (es necesario realizar asimismo control de procesos, planificación, etc.).
- La visión de que **la calidad depende inequívocamente de aspectos personales** relacionados con los recursos humanos empleados (autoestima, eliminación de barreras entre el personal, fomento del liderazgo, etc.)

Como muestra del rigor científico de la filosofía de Deming, llamado por algunas fuentes *“padre de la tercera revolución industrial”*, queremos reproducir una de sus locuaces citas donde deja patente el espíritu científico de su doctrina y la importancia de fundamentar las decisiones:

***“En Dios confío, el resto debe traerme datos.”***<sup>6</sup>

Para concluir esta breve reseña del que consideramos principal referente del pensamiento moderno en calidad industrial, haremos alusión a su aportación con mayor proyección, Círculo de Deming. Se trata de una sencilla técnica para la mejora continua aplicable en cualquier fase de una actividad. Se lleva a cabo a través de cuatro etapas cíclicas:

- **Plan (Planificar):** Cualquier cambio comienza por una etapa proactiva de planificación
- **Do (Hacer):** Se implanta la propuesta de cambio a modo de prueba
- **Check (Verificar):** Se realiza un control para verificar resultados
- **Act (Actuar):** en función de los resultados obtenidos en la etapa anterior, se actúa para normalizar el cambio o bien comenzar el ciclo de nuevo con más información.

Las iniciales de sus cuatro divisiones han marcado también muchas de las alusiones a esta sistemática como PDCA. Su representación gráfica se refleja en la figura 1/02.

---

<sup>6</sup> Grima Cintas, P; Tort-Martorell, J. 1995. Técnicas para la gestión de calidad. pag 163.

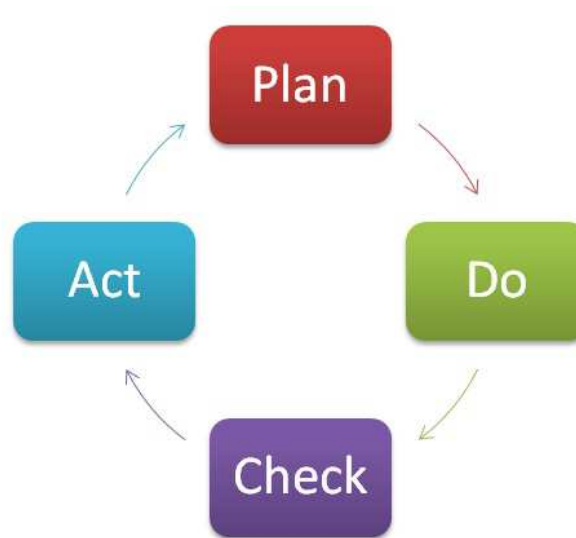


Figura 1/02. Representación gráfica del Círculo de Deming.

Fuente: [www.pdcahome.com](http://www.pdcahome.com)

### **J. M. Juran**

Joseph Moses Juran (1904-2008), ingeniero eléctrico, nacido en Rumanía pero cuyos estudios y carrera profesional se llevaron a cabo en Estados Unidos. De prolija producción en relación con la calidad en el mundo de la empresa, podemos destacar dos concepciones:

- Implicación y aplicación de mejoras en todos los niveles (administradores superiores, producción, ventas, etc.).
- Planificación, control de productos y procesos, establecimiento de objetivos, análisis de problemas y mejora continua como factores para alcanzar la calidad.

Pero su noción principal que permanece como símbolo de su doctrina es la definición de **Calidad como adecuación al uso**, donde se sintetiza adecuadamente el pensamiento pragmático y con una gran carga de eficiencia que caracteriza a Juran.

### **P. B. Crosby**

Philip Bayard Crosby (1929-2001) es un autor norteamericano reconocido como uno de los maestros de la calidad. Trabajó en diversas industrias tecnológicas en su país para posteriormente crear su propia consultoría en la materia. En su caso nos quedamos con estas dos aportaciones:

- Potenciar una producción en la que prospere el criterio de **“hacerlo bien a la primera vez”** (DRIFT por su siglas en inglés).

- A consecuencia de lo anterior su ideario establece como objetivo el **cero defectos**, es decir, el cumplimiento total del producto con los requerimientos y requisitos establecidos.

### **Normativa ISO**

Como complemento de lo aportado por los autores y para concluir nuestro acercamiento al concepto de calidad, hemos querido hacernos eco de lo dispuesto en cuanto a terminología en la normas ISO redactadas a tal efecto.

Para ello en primer lugar plasmaremos la definición de este término realizada por la vigente norma internacional **UNE-EN ISO 9000:2005**.

**Calidad:** Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

La norma incluye dos notas aclaratorias:

- *Nota 1.- El término “calidad” puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como pobre, buena o excelente*
- *Nota 2.- “Inherente” en contraposición a “asignado” significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.*

De cara al análisis de esta descripción puede aportarnos luz la comparativa con su anterior acepción normativa, proveniente de la antigua norma sobre terminología **ISO 8402:1994 (derogada)**.

**Calidad:** Conjunto de propiedades características de un producto o servicio que le confieren la aptitud de satisfacer necesidades implícitas o explícitas.

Toda vez que la norma actual equipara requisitos con necesidades, nos queda como diferencia sustancial con la anterior edición el baremo que ahora se hace de la calidad mediante **cumplimiento gradual de requisitos en vez de una satisfacción (se supone que plena) de éstos**.

A colación de esta reflexión el término calidad correspondería con el concepto estadístico de variable y no de atributo (ambos se definirán en la Etapa Analítica de la Tesis), lo cual implica poder calificar de forma numérica su valoración. La derivada inmediata es la necesidad de establecer valores máximos y mínimos para dibujar el intervalo admisible de cumplimiento de las características. Todo ello nos apunta directamente a la medición de características y por tanto al control. Pasamos a detallarlo en el siguiente punto.

## 1.2 Aproximación al concepto control de calidad

Una vez visto la acepción común del control de Calidad, nos ubicamos en el campo de la tecnología, donde el primer paso para acercarnos al concepto es su definición según una de las fuentes de mayor consenso, la norma sobre vocabulario antes citada, **UNE-EN ISO 9000:2005**, donde se recoge:

**Control de Calidad:** Parte de la gestión de calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

El cumplimiento de los requisitos (necesidades o expectativas) de la calidad no recae, según la norma, sólo en el control. Al menos seis actividades más se unen para conformar la gestión de calidad de una organización, esto es, su dirección y control en lo relativo a la calidad. El total de acciones coordinadas en pro de la calidad incluye:

- La política de calidad.
- Los objetivos de la calidad.
- La planificación de la calidad.
- El control de calidad.
- El aseguramiento de la calidad.
- La mejora de la calidad.

En este sentido Garrido, en su libro sobre el Director de la Ejecución<sup>7</sup>, afirma *“la calidad no es sólo cuestión de control”* remarcando la responsabilidad compartida entre diferentes acciones (no contempladas tradicionalmente en el alcance del control) para conseguir que un producto alcance las características previstas, tal como ya apuntábamos al inicio de este capítulo.

Pero el que cada parte soporte su parte alícuota de colaboración para llegar a la calidad, no impide convertir al control en una herramienta cuya acción recaiga también sobre el resto de compañeros en la gestión de calidad. De hecho en la industria japonesa se suele hablar de **“Company Wide Quality Control”** (Control de calidad de la totalidad de la empresa), para hacer referencia a aspectos similares a la gestión de calidad occidental.

De este modo el control de calidad adquiere una **dimensión transversal**. De ahí que con frecuencia las funciones de control se incorporen con otras disciplinas para ser acometidas de forma coordinada y con recursos compartidos. Un ejemplo es la gestión común de las áreas de calidad (incluyendo control), prevención de riesgos y sostenibilidad, teniendo todas ellas el nexo de compartir su cariz transversal y una

---

<sup>7</sup> Garrido Hernández, A. 2004. El libro del Director de la Ejecución de la Obra.

posible afinidad en materias concretas. En el mundo académico esta integración puede verse en asignaturas de actuales planes de estudio de titulaciones relacionadas con la Edificación, que engloban esas tres disciplinas (un ejemplo lo constituyen la titulación de Grado en Arquitectura Técnica de la Universidad de Zaragoza o de la Universidad Europea Miguel de Cervantes, ambas con una asignatura denominada “Gestión integrada de la calidad, seguridad y medioambiente”). Sin duda el estudio de un modelo para ello supone una futura línea de investigación de interés.

Y en el campo productivo de la construcción, hace décadas que las fuentes de mayor relevancia distinguen entre Control de Producción y Control de Recepción para dar respuesta a dos ópticas diferentes en relación a un mismo producto o servicio (la del productor y del consumidor). Con ello ya se vislumbra también esa transversalidad al teñir con acciones de control todo el proceso, desde la concepción o diseño, pasando por la fabricación o producción así como la recepción y uso por parte de usuarios o aplicadores.

	CP	CR
QUIEN lo hace	El productor	El receptor
QUE se busca	Ofrecer la calidad pactada al mínimo costo	Comprobar la calidad pactada con el menor riesgo
ACTUA sobre	El proceso	El producto
VARIABLES de control	Las más cómodas (correlaciones)	Las más representativas
TECNICAS empleadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gráficos de control</li> <li>– registros continuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tablas de muestreo</li> <li>– criterios de A/R</li> </ul>

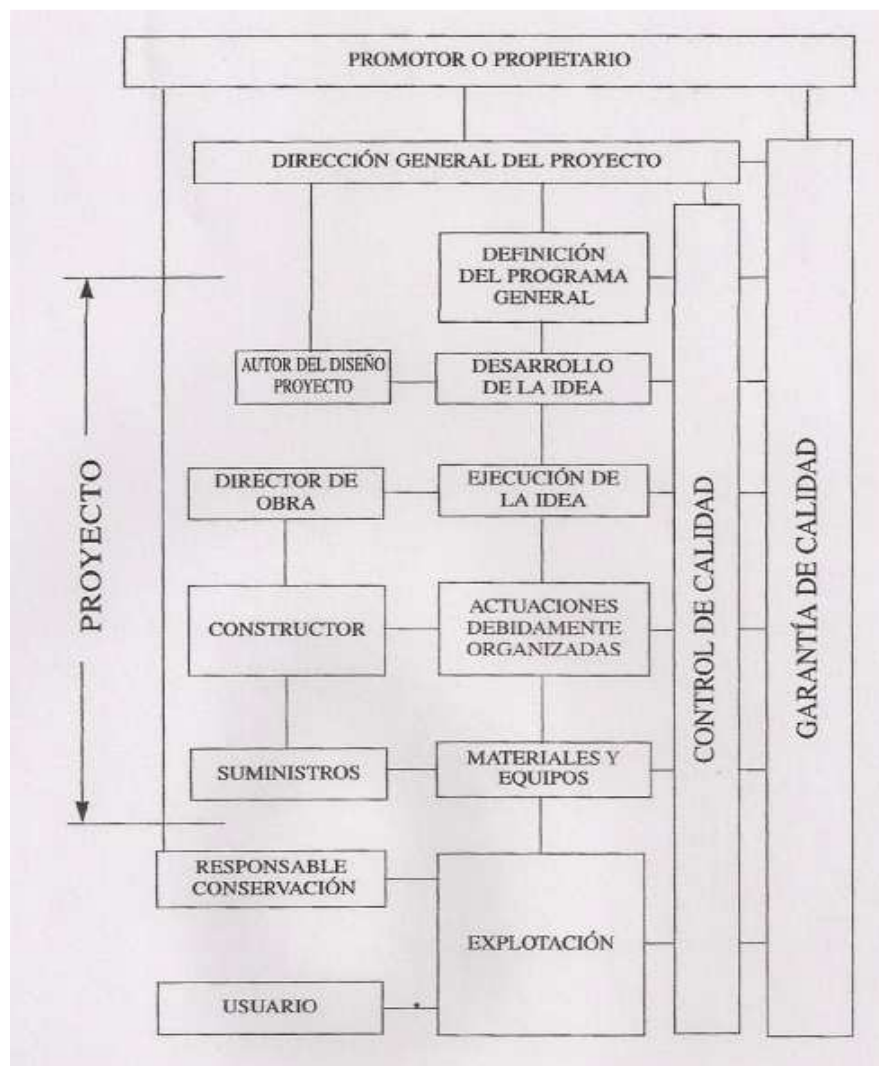
**Tabla 1/01. Diferencias entre Control de Producción (CP) y de Recepción (CR)**

Fuente: Álvaro García Meseguer

Algún autor ilustre, como el mencionado García Meseguer, va más allá cuando define el concepto garantía de calidad (que él mismo hace evolucionar hacia el de **gestión de calidad**) en los siguientes términos: “*garantía de calidad es el conjunto de actuaciones que permiten asegurar que los medios materiales y humanos puestos en juego para obtener la calidad son adecuados y están funcionando correctamente, y todo ello se formaliza en los correspondientes documentos*”.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> García Meseguer, A. 1983. Para una teoría de la Calidad en Construcción.

En una de las derivadas del concepto garantía de calidad, implica una ampliación del control de calidad para estar presente en todo el proceso, como puede verse en la figura 1/03, con un esquema de funciones que sólo suele aplicarse en determinados proyectos complejos, debido a una mayor cota de necesidades fijada por los responsables, con la consiguiente aportación de recursos.



**Figura 1/03. Función Garantía de Calidad (Control durante todo el proceso).**

Fuente: Álvaro García Meseguer

## 1.3 Pensamiento personal

Este apartado complementa lo expuesto anteriormente, a modo de breve reflexión personal del doctorando, aportando una síntesis de mi visión en relación al trabajo que se inicia. Este pensamiento es fruto de la dilatada carrera centrada en el control de calidad, ya citada en el preámbulo de la Tesis.

Inicialmente se puede considerar la calidad como el logro de unos objetivos, donde deben incluirse las necesidades y expectativas previamente especificadas. En consecuencia la calidad se puede desglosar en dos vertientes:

- La definición del producto con adecuación a las necesidades. Para un edificio esta parte está inmersa en el proceso del proyecto, como parte del mismo, siendo una misión claramente proyectual.
- El cumplimiento de las hipótesis establecidas. El control de que las prestaciones establecidas en el punto anterior se satisfacen durante la materialización del edificio asegura y garantiza la calidad

Esta tesis abunda en el segundo de estos apartados, es decir, modelizar las garantías de la calidad. Es una tarea que implica de alguna forma a todos los participantes, pero recae especialmente en los agentes que mantienen controlada la realización del producto. El control se erige así como una de las guías del conjunto de mecanismos integrados.

Sin embargo, en el sector de la edificación de nuestro país la sincronización del control con los demás factores productivos no parece ser la pauta general. Con demasiada frecuencia las actuaciones de inspección y control se distribuyen de forma aleatoria entre todos los participantes, donde cada uno ejerce su parte de esta misión supervisora con una óptica muy diferente, en función del binomio que forman sus intereses y responsabilidades particulares. Además la perspectiva mayoritaria da la espalda al destinatario principal, el usuario.

Desde mi punto de vista las organizaciones de control suelen intervenir como un operador más a nivel de subcontrata o proveedor de servicios, sin ningún patrón claramente definido. Es una posición errónea que sitúa al control del lado del ejecutor y con cierta distancia de los órganos decisores. Es fácil que la Dirección Facultativa de una obra, tras concluir ésta, no le haya puesto cara a ningún responsable de las empresas de control.

Nace el reto de cambiar esta situación con una gestión que sitúe al controlador en una coyuntura adecuada, operando con una dimensión y planteamientos óptimos. Sólo así podremos obtener todo el potencial que posee el Control de Calidad.

## 1.4 Interrogantes iniciales

Es patente que alcanzar la calidad implica necesariamente coordinación, proporcionalidad y mejora continua de todos los factores implicados. En este proceso el seguimiento y verificación de cada fase es fundamental, de tal forma que el control se erige en un eje principal de la cadena de trabajo hacia la calidad.

En el caso del sector de la construcción en España y en concreto en la edificación, el marco legislativo y funcional atribuye de forma inequívoca al control esa misión determinante para la calidad.

Ante esta realidad, si nos situamos entre los responsables del proceso edificatorio, ¿se entiende que el control de calidad debe estar orientado tanto al proceso como al producto final, es decir, al edificio en uso?, ¿se procura la integración y la adaptación a las necesidades de todas las posibilidades de control? O por el contrario, ¿existe dispersión en las actuaciones de control ante situaciones similares?, ¿están los patrones de control muy condicionados por factores exógenos, como el perfil de los agentes intervinientes o las limitaciones presupuestarias?

La reflexión sobre estas cuestiones arroja dudas en cuanto a la situación del panorama actual del control, lo que sitúa el inicio de la tesis doctoral en un punto lógico, planteándose ahora el autor una pregunta de partida: **¿Podemos avanzar hacia un modelo óptimo para una gestión eficiente del control**, que sirva de referencia en los procesos de verificación de edificios?





## **2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO.-**

## 2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO

La concepción del control de calidad como uno de los componentes relevantes del itinerario hacia la calidad, tal como se ha expuesto en el capítulo de introducción, lo hace partícipe de honor en los éxitos alcanzados pero quizás en mayor medida se convierte en causante de los errores, pues según las proposiciones de Ishikawa<sup>1</sup>, ***“el fin del control de calidad es garantizar la calidad por medio de su control”*** y como consecuencia la satisfacción del cliente puede ser casual pero su insatisfacción es siempre consecuencia de un incumplimiento no tratado. Ello queda bien reflejado en el diagrama de las tres calidades (ver fig 2/01).

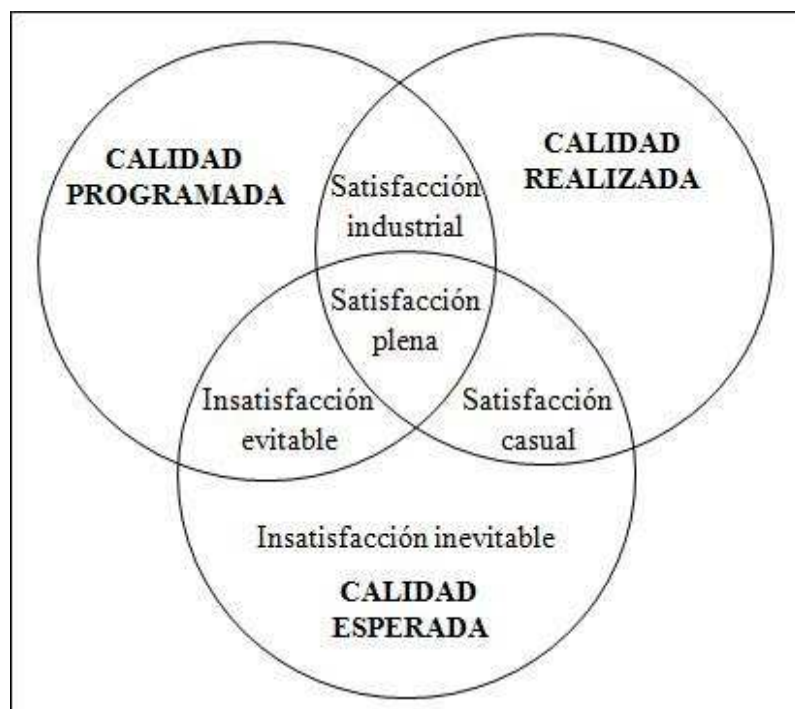


Fig. 2/01. Diagrama de las tres calidades

Fuente: Jaime Varo.<sup>2</sup>

El diagrama anterior deja patente que el punto de vista del usuario marca decisivamente cualquier tratamiento sobre la calidad. Si dejamos de lado al consumidor podemos aspirar, como máximo, a una satisfacción industrial o del productor claramente parcial.

<sup>1</sup> Aludimos a los textos de Kaoru Ishikawa *“Introducción al control de calidad”*. 1994, y *“Práctica de los círculos de control de calidad”*. 1989.

<sup>2</sup> Varo, J.; 1994. Gestión Estratégica de la calidad en los servicios sanitarios. Un modelo de gestión hospitalaria.

En esta línea argumental, al tratar la calidad en el mercado, Juran hace la siguiente afirmación: **“el usuario contempla la calidad desde una perspectiva muy distinta a la del fabricante de los productos”**.<sup>3</sup> Este autor sostiene que siempre deben considerarse las necesidades del usuario, lo que no siempre sucede en el proceso edificatorio, según se desprende de la percepción expuesta en la introducción.

A instancias de todo lo reflejado hasta el momento, afloran dos ideas:

- **El control marca los resultados.** Partimos del remarcado compromiso del control con el logro de la calidad.
- **El usuario es el objetivo final del proceso.** La calidad debe comprender la satisfacción y mínimo riesgo para el utilizador.

Al trasladar estos conceptos al marco de la construcción de edificios, debemos plantearnos cómo es percibida la calidad que surge de la formulación actual del control por parte de los usuarios y, por ende, de otros grupos relacionados.

Por consiguiente debemos valorar la **proyección social** de nuestro planteamiento inicial y comprobar de esta forma si está **justificado** un trabajo de investigación con esta envergadura para el tema elegido.

El eco en la sociedad va a ser abordado desde la óptica de los tres estamentos implicados:

- **Los usuarios.**
- **Los controladores de la calidad.**
- **Nuestro grupo de investigación.**

Los siguientes apartados plantean algunas referencias que nos aproximan a las posturas de estos tres grupos.

---

<sup>3</sup> Juran, J.M (et al.). 2005. Manual de Control de Calidad, Cap 14: Marketing de la calidad.

## 2.1 Los usuarios ante la calidad en la edificación

Para acercarnos al pensamiento de los usuarios, hemos acudido a fuentes relacionadas con el consumo, resaltando las referencias relacionadas en el cuadro y expuestas a continuación:

### *Referencias de usuarios ante la calidad en viviendas.*

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Agencia pública AECOSAN. Consultas y reclamaciones. 2013 |
| 2 | Agencia pública AECOSAN. Actividad inspectora. 2013      |
| 3 | OCU. Asociación de consumidores y usuarios.              |
| 4 | Asociación FACUA- Consumidores en acción.                |
| 5 | Colegio de Administradores de Fincas de Madrid           |

1. La **agencia pública española AECOSAN<sup>4</sup>** hace público periódicamente informes en los que refleja el balance de **consultas y reclamaciones** presentadas en las asociaciones de consumidores de ámbito nacional, correspondiendo la última edición publicada, antes de cerrar el presente capítulo, al año 2013.

En cuanto a edificación, sólo aparece recogido el sector de la vivienda, cuyo volumen de consultas y quejas le sitúan en el quinto mayor lugar de los 34 sectores específicos analizados.

En concreto la vivienda acapara el 5,17% de los expedientes contabilizados con la siguiente distribución numérica:

- Vivienda en propiedad: 47.707
- Vivienda en alquiler: 15.569
- **Total: 63.276 (consultas + reclamaciones)**

Teniendo presente que se trata sólo de una suma de reclamaciones y consultas, donde se desconoce su naturaleza concreta (no sólo afectan al componente tecnológico), no podemos entrar a valorar en profundidad esta información, sin embargo debemos quedarnos con el eco que supone estar en las posiciones más destacadas de las reivindicaciones de los usuarios.

<sup>4</sup> AECOSAN: Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Entidad dependiente del Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad.

2. La misma fuente del punto anterior, **AECOSAN**, reporta anualmente la **actividad inspectora** oficial realizada. El último resumen disponible durante la etapa correspondiente de nuestra investigación (datos también de 2013) arroja para la comunidad autónoma de Andalucía que el mayor número de infracciones por adulteración o fraude en calidad se detecta en el sector de la vivienda (Tabla 2/01).

CLASIFICACION POR PRODUCTOS O SERVICIOS	CLASIFICACION POR INFRACCIONES
	Adulteración y fraude en la calidad
ACEITES Y GRASAS	1
PRODUCTOS LACTEOS	1
PRODUCTOS CARNICOS	13
PRODUCTOS DE PESCA	0
PAN Y PANES ESPECIALES	1
CONSERVAS	2
VINOS Y LICORES	0
HUEVOS	0
PROUCTOS CONGELADOS	1
FRUTAS Y HORTALIZAS	4
PRODUCTOS ALIMENTICIOS VARIOS	15
ELECTRODOMESTICOS	1
JUGUETES	2
AUTOMOVILES Y REPUESTOS	12
TEXTILES	2
PROD. DE CUERO Y PIEL	0
COSMETICOS	0
PRODUCTOS QUIMICOS USO DOMESTICO	0
COMBUSTIBLES	0
PRODUCTOS QUIMICOS	0
ACEITES GRASAS (NO C. BOCA)	0
PRODUCTOS INDUSTRIALES VARIOS	27
TINTORERIA LAVANDERIA SERV. GENER.	0
REPARACION DE VEHICULOS	4
REPARACION ELECTRODOMESTICOS	2
VIVIENDA	48
TRANSPORTES	1
REPARACIONES VIVIENDAS	0
TURISMO (HOTEL, AGEN. VIAJES)	1
SERV.SANITAR.Y ASISTENCIAL	2
PUBLICIDAD	0
SERV.PUBLIC.ABASTECIMIENTO	5
SERVICIOS VARIOS	149
TOTALES	294

**Tabla 2/01. Resultados de la inspección de consumo en Andalucía (2013)**

Fuente: Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN)<sup>5</sup>

Las 48 actas que dan resultados positivos en la infracción suponen el producto con mayor incidencia, dado que los servicios varios son un conjunto.

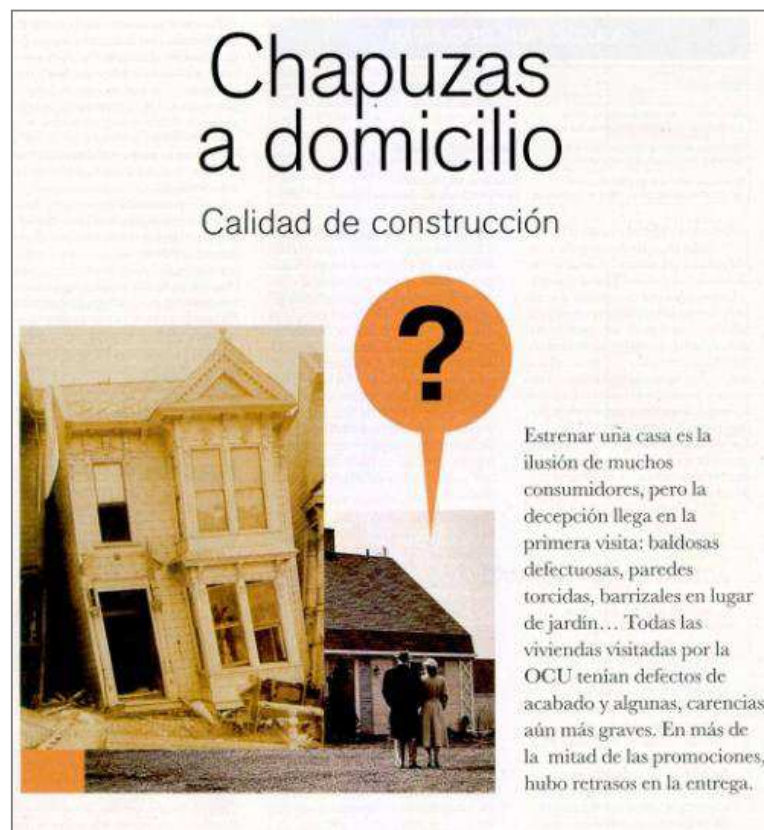
<sup>5</sup> Los datos están obtenidos del portal web de AECOSAN, <http://consumo-inc.gob.es/home.htm>, en Marzo de 2014.

Comparativamente, casi cuadriplica al siguiente producto no genérico con fallos en la calidad (productos cárnicos).

Las cifras de inspección en el anterior año publicado (2012), muestran un panorama de gran similitud.

3. **La Asociación de Consumidores y Usuarios (OCU)** publicó en Junio de 2004 un artículo en su revista “Compra Maestra” sobre la calidad constructiva de viviendas cuyo título “Chapuzas a domicilio” ya es bastante intuitivo sobre su contenido. (Imagen 2/01).

A pesar de su antigüedad, el estudio presenta unas conclusiones muy contundentes, ya que de los 82 edificios de viviendas analizados se registran anomalías constructivas en la totalidad de ellos y en más de la mitad hubo problemas administrativos de organización en relación con los usuarios.



**Imagen 2/01. Portada de un artículo sobre Calidad en viviendas**

Fuente: Asociación de Consumidores y Usuarios (OCU)

4. La asociación **“FACUA-Consumidores en acción”** hizo público un estudio, realizado también en 2004, sobre vivienda protegida en el que se destaca el elevado número de quejas y consultas recibidas.  
Se afirma literalmente que “muchos consumidores no pueden disfrutar de una vivienda con las debidas condiciones de habitabilidad”, lo cual resume la visión de los autores ante los defectos de calidad constructiva en los inmuebles.
5. También citaremos los datos difundidos por el diario *“El Economista”* en marzo de 2015, citando fuentes del **Colegio de Administradores de fincas de Madrid**. Según este medio, el 25% de las viviendas construidas durante los últimos 10 años (lo que la publicación llama el “boom” inmobiliario) tendrían defectos de construcción. Los datos están relacionados con reclamaciones efectuadas y destacan un 60% de patologías referentes a la habitabilidad (principalmente humedades) así como un 30% de defectos en terminaciones, mientras los vicios ruinógenos representan el 10% restante.

Es obvio que únicamente con estas referencias no tenemos suficiente base como para deducir conclusiones científicas, pero sólo hemos pretendido orientarnos en cuanto al posicionamiento de los usuarios y consecuentemente **poder confirmar la inquietud procedente de este colectivo**.

Podemos añadir, como complemento a esta percepción, algunos fundamentos de carácter social relacionados con la calidad que sirven de base al legislador para la redacción de la normativa básica en edificación. Basta con leer la exposición de motivos de la vigente **Ley de Ordenación de la Edificación (LOE)** en la que se cita hasta en dos ocasiones el incremento en la demanda de calidad social, la misma calidad cuyo fomento propone como objetivo. Por su parte el **Código Técnico de la Edificación** define, en su Parte I, los requisitos básicos de la edificación como derivados de la demanda social de calidad en los edificios.



## 2.2 Los congresos profesionales y la calidad

Para comprobar la visión que el sector productivo tiene ante la cuestión de la calidad y su control, hemos optado por acercarnos a los encuentros profesionales que los técnicos de la construcción españoles han llevado a cabo con ese motivo.

Un extracto de los principales congresos nacionales que han guardado relación directa con la el control y la calidad en la edificación en las últimas décadas, nos lleva a seleccionar los siguientes:

---

### *Congresos profesionales seleccionados*

- |   |   |
|---|---|
| 1 | I Congreso nacional de Calidad                      |
| 2 | CONTART   |
| 3 | I Congreso nacional de Laboratorios de construcción |
| 4 | Jornadas Investigación CSIC                         |
- 

Se exponen a continuación de forma breve algunas de sus conclusiones:

1. **I Congreso Nacional de Calidad**, celebrado en Madrid en 1972 a instancias de la Asociación Española para el Control de Calidad (AECC).

Es el único congreso del que tenemos referencia cuyo tema central es la calidad con carácter general, donde participa activamente el comité de construcción del organizador.

Debido al largo periodo transcurrido, sus conclusiones deber ser tratadas con cautela desde la óptica actual, si bien sorprende alguna referencia<sup>6</sup> sobre la distribución del control de calidad que podría perfectamente ser recogida en cualquier ciclo formativo contemporáneo sobre la materia. Nos referimos a la propuesta de reparto de actividades a controlar de forma que se cubre todo el proceso edificatorio en sus diferentes aspectos clave. Así se divide el control de calidad para la construcción en:

---

<sup>6</sup> Nos referimos a la ponencia de García Meseguer en el I congreso nacional de la calidad de 1972 bajo el epígrafe “*Panorama español actual del control de calidad en la construcción*” que desarrolla algunos aspectos con uno de los documentos base del congreso, al Informe de 1971 de la asociación española para el Control de Calidad (hoy AEC) titulado “*Análisis de la situación actual del Control de Calidad de la Construcción en España*”.

- Control del encargo
- Control de proyecto
- Control de materiales
- Control de ejecución
- Control de obra terminada.

Lamentablemente no tenemos constancia de más ediciones del congreso, por lo que el intercambio de información sobre la calidad a nivel nacional ha quedado circunscrito a otros encuentros sectoriales de temática más amplia.

2. **CONTART.** La Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica, promovida por el Consejo general de la Arquitectura Técnica de España, representa un foro de encuentro profesional donde se encaran gran parte de los requerimientos del sector de la edificación.

Para la profesión de Arquitecto Técnico el control de calidad en obras de edificación forma parte de una de sus atribuciones principales<sup>7</sup>. En las cinco ediciones celebradas (la primera en 1976 y la última en 2009), existen importantes contenidos sobre la calidad y su control con numerosas propuestas, análisis y reflexiones. Nos centraremos en los dos encuentros más recientes.

- **CONTART 2006 (Albacete).** Nos ofrece un apartado sobre Gestión de la Calidad, en el que se presentan 16 comunicaciones, 2 conferencias y una ponencia.

Destacamos la conferencia titulada *“La excelencia en la edificación”* presentada por el grupo de investigación malagueño *“Libro abierto”* donde se vincula de manera directa la calidad a la sostenibilidad.

También reseñable la ponencia presentada bajo el título *“Calidad en la Edificación. Estado del arte”* de Antonio Garrido Hernández, autor prolijo en publicaciones relativas a esta materia. Es un texto muy fructífero desde el punto de vista de nuestra investigación, por lo que nos servirá de referencia posteriormente.

- **CONTART 2009 (Valladolid).** Incluye un área temática sobre Calidad del producto y del sistema. De las 15 comunicaciones presentadas en este apartado, 5 hacen referencia a la conformidad, la certificación o la documentación, otras 4 a las lesiones y tratamiento de la posventa en

---

<sup>7</sup> Puede confrontarse lo reflejado al respecto en la LOE, art. 13.1 y 13.2, b y c.

edificación y 2 al muestreo estadístico. Estos tres aspectos van a tener una participación notable en la construcción del modelo que nos ocupa.

Por otro lado la ponencia magistral del congreso titulada *“Ingeniería de Edificación, un título y un tiempo nuevos”*, también de Garrido Hernández, nos deja algunas propuestas brillantes, tales como la referencia al avance en conocimientos y gestión, que darán respuesta a un futuro con sistemas constructivos cada vez más preindustrializados. Asimismo podemos señalar el triple reto que el autor propone ante las críticas al sector: *“Los británicos llaman a la construcción la industria de las tres D (Dirty, Delayed, Dangerous), es decir, sucia, incumplidora y peligrosa, que son, bien vistas, tres oportunidades de mejora”*.

3. **I Congreso nacional de laboratorios de construcción.** Llevado a cabo en la ciudad de Toledo, en el año 2008, supone un hito en la confluencia de las entidades dedicadas al control, que no habían tenido un encuentro similar anterior.

Al margen de las consideraciones sobre la instrucción EHE 08, recién aprobada entonces, el congreso nos señala dos prácticas conclusiones:

- Por un lado se remarca la importancia de la **independencia del laboratorio** en su intervención, como apoyo tecnológico a la dirección facultativa de la obra.
- Se destaca la necesidad de una **correcta interpretación de los marcados CE de productos**, circunscribiendo su alcance a una declaración del fabricante.

4. **Jornadas Investigación CSIC.** El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) organizó dos sesiones de estas jornadas como encuentro para intercambio de opinión entre diferentes implicados en la investigación en la construcción.

Su última convocatoria, en el año 2008, **“la calidad y la seguridad”** forman uno de los ocho temas tratados, si bien la proporción de los trabajos presentados en este área con respecto a los demás es baja.

De los temas abordados en las investigaciones sobre este asunto, se destacan las conclusiones en relación con:

- La necesidad del **control de modificaciones del proyecto.**
- La importancia del **control de ejecución** para minimizar fallos
- La trascendencia de la **organización de procesos, el control de materiales y puesta en obra** para sistemas estructurales según EHE 08.

## 2.3 El equipo de investigación ante el reto de la calidad

La línea de investigación en la que se inscribe la presente tesis responde a la denominación de “Gestión integral en la edificación”. Desde el equipo de investigadores que participamos en ella, se han ido desarrollando en los últimos años diversos trabajos encuadrados en esa dimensión, entre los que podemos citar las tesis doctorales presentadas bajo los títulos:

- Modelo de predicción de la vida útil de un edificio: una aplicación de la lógica difusa.  
Tesis Doctoral del actual Doctor Juan Manuel Macías Bernal. 2012.
- Desarrollo de un modelo de gestión de riesgos según la norma UNE-ISO 31000 para el tratamiento de reclamaciones en edificación.  
Tesis doctoral del actual Doctor Ubaldo Espino Pérez. 2014.
- Modelo para la gestión de riesgo asociado a los costes globales en fase de posconstrucción en edificios plurifamiliares destinados a arrendamiento.  
Tesis doctoral en curso. Doctorando: Pedro Fernández-Valderrama Aparicio.

La presente Tesis se une a estos trabajos, así como a otras investigaciones en curso, bajo un **denominador común** conceptual. Nos referimos al enfoque compartido en cuanto a **Sostenibilidad en la Edificación**, que más allá de utilizar un sustantivo de moda, atiende en el sentido literal a la definición del adjetivo del que procede, sostenible, que según el diccionario de la Real Academia Española de la lengua es:

Sostenible: Que puede mantenerse por sí mismo como lo hace, por ejemplo, un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos disponibles.

Teniendo presente que hemos concebido la calidad como el cumplimiento de requisitos, la confluencia entre ambos conceptos es total. No puede haber sostenibilidad en un edificio sin que se cumpla lo especificado, del mismo modo no puede haber calidad sin garantizar que las condiciones de uso del inmueble se mantienen durante su vida útil con una optimización de recursos.

Ello hace que sean innumerables los aspectos que los trabajos antes expuestos tienen interrelacionados entre sí y con los planteamientos de esta tesis, como una propuesta más en línea. De ahí que se produzca un intercambio en la información indispensable para nuestra investigación.

Como derivada de lo anterior **nuestra propuesta se orienta a la eficiencia**, pues sólo un modelo de gestión eficiente del control puede apoyar la sostenibilidad, otorgando capacidad para alcanzar la satisfacción de las necesidades completas del producto.

## 2.4 Resumen de la justificación

Queda patente que el tema elegido para la tesis plantea una problemática con suficiente proyección social, dadas las tres realidades antes expuestas:

- **Hay inquietud por la calidad en los usuarios de los edificios** (la normativa, las asociaciones relacionadas y el análisis así nos lo manifiestan).
- **Hay inquietud por la calidad en los técnicos e investigadores del sector** (fuentes procedentes de profesionales e investigadores lo ponen de relieve).
- **Hay inquietud por la calidad en el doctorando y en el equipo de doctores que dirige la tesis** (venimos trabajando en ello desde hace años).

Este enfoque coincidente acentúa la necesidad de acercamiento al extenso ámbito de **la calidad**, habiéndose destacado para el campo de la tecnología:

- La calidad es un **fundamento básico del éxito** de cualquier actividad productiva.
- La calidad **tiene repercusión en todos los aspectos** del proceso.
- La calidad tiene entre sus artífices de mayor peso al **control de calidad**.

Los pasos dados nos nacen converger hacia el control de calidad, donde enlazan:

- a. Por un lado **los planteamientos expuestos**, que sitúan al control en un punto estratégico de cara a un alcanzar algo tan trascendente como la calidad en edificación.
- b. De otra parte la ya mencionada **experiencia**, entrega e interés del doctorando en materia de control de calidad, la cual ha marcado su carrera profesional y docente.

Esta coyuntura justifica nuestro entusiasmo en crear **un modelo de gestión en control de calidad**, que supone una temática amparada dentro de la línea de investigación sobre sostenibilidad global en edificación.

La tesis se plantea centrada en los aspectos técnicos y organizativos propios de las entidades de control, toda vez que los otros enfoques temáticos relacionados con el control y la gestión, tales como los económicos, medioambientales o relativos a la seguridad para las personas, cargan su incidencia en terceros agentes, además de encuadrarse dentro de disciplinas paralelas con programas de investigación diferenciados.

### **3. OBJETIVOS.-**

### 3 OBJETIVOS

Nuestra investigación parte del **interés en la mejora** de los edificios a través del control de calidad, lo cual ha quedado patente en la justificación del tema elegido. En sentido amplio, el espectro posible de actuación para este fin abarcaría toda la cronología necesaria en la materialización de una construcción arquitectónica, es decir, entendiendo que el proceso edificatorio comienza cuando un suelo deja de ser rústico para pasar a ser urbanizable y finaliza cuando el edificio es demolido o rehabilitado, momento en que se inicia un segundo ciclo repetitivo en el tiempo.<sup>1</sup>

Desde ese punto de vista nuestro producto, el edificio, va a pasar por numerosas etapas, de donde surgen diversas líneas de investigación para el perfeccionamiento de cada fase, en las que hay sin duda una interrelación fruto de la tendencia común que subyace en ellas. En nuestro propio grupo de investigación se trabaja en varias de esas vertientes, tal como ya se ha manifestado.

Dentro de ese objetivo marco del área de conocimiento, nuestro trabajo deriva de la justificada inquietud por mejorar los **procedimientos de gestión del control dentro de las fases de diseño, construcción y entrega del edificio**. Es obvio que los trabajos para prevención, detección y tratamiento de errores dentro de una actividad productiva son cruciales para conseguir cumplir con los requisitos propuestos, o sea, para lograr Calidad. En la medida en que minimicemos los fallos optimizando los medios de control disponibles, la satisfacción de todos los agentes implicados será mayor. En la situación actual nos cuestionamos el cumplimiento pleno de estos aspectos, por lo que esta investigación persigue inequívocamente avanzar en esa línea.

Hay que considerar, como señalábamos en el capítulo de introducción a la tesis, que la calidad es un concepto de los denominados “**transversales**”, alcanzando en mayor o menor medida a todos los participantes y grupos de interés asociados, no siendo ello óbice para asignar las funciones principales del control de calidad a unos actores concretos. La LOE define las acciones y responsabilidades con respecto al control que poseen los diferentes agentes, estando la propuesta de la tesis enmarcada en la labor desempeñada por los diferentes agentes **controladores en exclusiva**, o sea, aquellos cuya misión única es el control de calidad de recepción en fase de construcción. Nos referimos a **Entidades de Control, laboratorios de Control y Organismos de Control Técnico**.

Consecuentemente con lo anterior, nos hemos fijado los siguientes objetivos principales e instrumentales.

---

<sup>1</sup> Ramírez de Arellano Agudo, A. 2011. Apuntes de la asignatura “Análisis y control de costes en edificación”. Máster Universitario en Gestión Integral de la Edificación. Universidad de Sevilla.

### 3.1 Objetivos principales. Buscar un nuevo modelo

Los dos objetivos principales de la presente tesis son:

- **Generar un Modelo de referencia para gestión de control de calidad** en obras de edificación de nueva planta que permita maximizar su eficiencia.
- Proponer un **procedimiento comparativo para valorar cualquier actuación de control de calidad en un procesos edificatorio** con respecto al óptimo establecido en el Modelo.

### 3.2 Objetivos instrumentales. Nuevas Herramientas

La consecución de los objetivos principales debe pasar por la creación de un conjunto de herramientas que permitan generar el Modelo y su Procedimiento comparativo.

Para ello nos marcamos:

- **Identificar los factores técnicos y organizativos** que las fuentes especializadas nos dibujan como decisivos en la eficacia del control de calidad en edificación.
- **Identificar las funciones operativas** del control que puedan llevarse a cabo para lograr la eficiencia, partiendo de las características del mismo en diferentes tipologías de programas de control desarrolladas en la construcción de edificios existentes.
- **Aplicar una consulta Delphi** para ponderar cada una de estas entradas, factores y funciones, a través de un grupo de expertos multidisciplinar ligado al sector de la edificación.
- **Realizar un tratamiento Fuzzy** de los resultados de la consulta anterior, **mediante la utilización de análisis matemático con conjuntos difusos** asociados a las etiquetas lingüísticas.
- **Adecuar la metodología QFD** para realizar una cuantificación matricial a partir de los pesos otorgados a estos inputs, configurando la evaluación final del modelo.



Aunque se ha apuntado de forma precedente, cabe hacer hincapié que los objetivos definidos se encuentran acotados por algunas premisas:

- Su aplicación se circunscribe a las actuaciones de control de calidad correspondientes a **edificios de nueva planta**, donde existen pautas de tratamiento estandarizadas no extensibles a intervenciones de rehabilitación o singulares.
- Debido a la existencia de una normativa particular en cada país y también a la influencia de los aspectos socioculturales, nuestro trabajo se ha orientado exclusivamente sobre **la edificación en España**.

A partir de aquí nuestra atención se fija en la configuración de ese mecanismo de gestión de las diferentes facetas del control. Dichas facetas funcionales deben articularse de tal forma que puedan dar respuesta a sus factores condicionantes. Todo ello se proyecta en una propuesta cuyas bases se desarrollan en los tres capítulos que iniciamos a continuación, dedicados a Marcos de Referencia, Estado del Arte y a la Metodología.

## **4. MARCOS DE REFERENCIA.-**

## 4 MARCOS DE REFERENCIA

Nos adentramos en los Marcos de Referencia de la Tesis, como primera aproximación al conocimiento del **entorno que va a circunscribir nuestra investigación**, el cual tendrá su continuación en el siguiente capítulo dedicado al Estado del Arte.

### 4.1 Marco legislativo español

#### 4.1.1 Antecedentes

Para entender el marco teórico de referencia en el que nos ubicamos es necesario analizar la normativa que define el marco general para el control de calidad en España, de tal forma que conozcamos las directrices comunes para el desarrollo de la actividad en este campo.

Previamente a la aproximación a este tema, conviene saber qué podemos esperar de una disposición técnica. Es importante hacer notar como el alcance de una norma cualquiera puede ser variable en función de la materia, organismo que la emite y su enfoque. En este sentido Serra<sup>1</sup> plantea el abanico de posibilidades según los cinco niveles ideados por el NKB<sup>2</sup> nórdico en los años 80:

- **Nivel 1. Objetivos;** intereses esenciales de la comunidad en general en cuanto al entorno del edificio.
- **Nivel 2. Requisitos funcionales;** requisitos cualitativos propios del edificio o de cada elemento del mismo.
- **Nivel 3. Requisitos operativos;** requisitos reales, en términos de criterios de prestación o de descripción funcional ampliada.
- **Nivel 4. Verificación;** instrucciones o directrices para comprobar el cumplimiento.
- **Nivel 5. Ejemplos de soluciones aceptables;** que complementan los reglamentos con ejemplos de soluciones que cumplen los requisitos.

---

<sup>1</sup> Serra María-Tomé, J. 2005. La normativa y la reglamentación en la mejora de la calidad en la construcción y su relación con la innovación.

<sup>2</sup> Comité nórdico para la reglamentación de la industria de la Edificación. NKB. 1980.

La clasificación cobra mayor importancia toda vez que la aplicación de normas en nuestra investigación viene condicionada en gran medida por su alcance, pudiendo ubicarse en cada caso dentro de un nivel diferente. De tal modo su utilidad ante un requerimiento ofrecerá mayor concreción en función de este planteamiento.

Considerando lo anterior, en este primer paso de nuestro encuentro con la reglamentación existente, pasamos a analizar la principal normativa técnica de aplicación en España relacionada con los principios del control de calidad.

### 4.1.2 Normativa de aplicación

Se expone a continuación el cuadro con la relación de normas consideradas para tratar sobre las mismas en los siguientes apartados.

<i>Normativa considerada</i>	
I	LOE. Ley de Ordenación de la Edificación
II	CTE. Código Técnico de la Edificación
III	EHE 08. Instrucción de Hormigón Estructural
IV	Infraestructura para la Seguridad Industrial
V	RPC. Reglamento Europeo de Productos de Construcción
V	La norma Internacional UNE-EN ISO 9001:2008
VII	Lc 91. Un caso de normativa Autonómica

#### I. LOE

En este marco regulatorio cabe tratar en primer lugar la vigente Ley de Ordenación de la Edificación (ley 38/1999 de 5 de Noviembre) habitualmente citada como LOE.

El texto normativo establece como objetivo prioritario regular el proceso de la edificación en sus aspectos básicos y en su artículo 1 (*Objeto*) concreta la mencionada regulación en cuatro puntos:

- Establecer las **responsabilidades y obligaciones** de los agentes intervinientes.
- Establecer las **garantías** necesarias.
- Definir los **requisitos básicos** a cumplir por los edificios.
- Proteger adecuadamente los intereses de **los usuarios**.

Los dos últimos aspectos quedan englobados en la norma bajo la misma finalidad: **asegurar la calidad**. Del mismo modo en la exposición de motivos que propician la ley el legislador incluye la demanda de la sociedad en cuanto a calidad en los edificios y el fomento de dicha calidad, como citábamos en la justificación del tema.

En esta línea se establecen los requisitos básicos de la edificación en tres grupos:

- Relativos a la funcionalidad.
- Relativos a la seguridad.
- Relativos a la habitabilidad.

Pero es en la definición de agentes y garantías donde la norma puede ser considerada con más cercanía al control de calidad, ya que establece a los responsables y ejecutores de las actividades relacionadas con el control.

En concreto la LOE define a las entidades y laboratorios de calidad en la edificación y sus obligaciones en su artículo 14, con la siguiente redacción:

***“1. Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Para el ejercicio de su actividad en todo el territorio español será suficiente con la presentación de una declaración responsable en la que se declare que cumple con los requisitos técnicos exigidos reglamentariamente ante el organismo competente de la Comunidad Autónoma en la que tenga su domicilio social o profesional.***

***2. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación. Para el ejercicio de su actividad en todo el territorio español será suficiente con la presentación de una declaración responsable por cada uno de sus establecimientos físicos desde los que presta sus servicios en la que se declare que estos cumplen con los requisitos técnicos exigidos reglamentariamente, ante los organismos competentes de la Comunidad Autónoma correspondiente.***

**3. Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:**

*a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al responsable técnico de la recepción y aceptación de los resultados de la asistencia, ya sea el director de la ejecución de las obras, o el agente que corresponda en las fases de proyecto, la ejecución de las obras y la vida útil del edificio.*

*b) Justificar que tienen implantado un sistema de gestión de la calidad que define los procedimientos y métodos de ensayo o inspección que utiliza en su actividad y que cuentan con capacidad, personal, medios y equipos adecuados”.<sup>3</sup>*

En consecuencia la ley otorga a los laboratorios y entidades de control la misión de **controladores en exclusiva**, esto es, su función no es otra que la de hacer verificaciones, ensayos o pruebas. Posteriormente el **Real Decreto 410/2010** establece los requisitos internos exigibles a ambos organismos para ejercer su actividad, desarrollando la necesidad de implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad y obligando a realizar una Declaración Responsable en la que se definan las actividades concretas realizadas con su metodología, medios y recursos, así como las instalaciones disponibles y su estructura organizativa. Todo ello debe ser auditado por la Administración Pública autonómica competente para quedar reflejado en un registro público de entidades.

En cuanto al alcance de las intervenciones de laboratorios y entidades de control en el proceso edificatorio, la LOE no establece ninguna especificación concreta. Ello deja en manos de la normativa técnica propia de cada unidad la definición de los controles necesarios. En el caso de los laboratorios parece claro que cuando una regulación obligue a unas pruebas o ensayos aplicables, su intervención se hace asimismo imprescindible. Pero en lo referente a las entidades de control (ECC), hay que tener presente que el control de proyecto, ejecución o documental puede desempeñarse por otros agentes (promotor, dirección facultativa, etc.), por lo que la obligatoriedad de su presencia queda abierta.

De otra parte, debemos hacer mención de lo plasmado en la ley en cuanto a garantías para los edificios, pues el artículo 19 y la disposición adicional segunda marcan la obligatoriedad de un “*seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los*

---

<sup>3</sup> LOE, artículo 14.

*soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio”.*<sup>4</sup>

La garantía solo está vigente para edificios cuyo uso principal sea vivienda, siempre que no sean de autopromoción individual o rehabilitación.

La vinculación entre esta garantía y el control de calidad es una derivada del proceso asegurador cuya entidad hace que debamos tratarla en el siguiente punto.

### ***Una derivada LOE: Los Organismos de Control Técnico***

El mencionado artículo 19 de la LOE, denominado **“Garantías por daños materiales ocasionados por vicios o defectos en la construcción”**, establece las garantías mediante seguro de daños o de caución según los tres apartados reflejados en la tabla 4/01, si bien, según las disposiciones adicionales de la ley, en la actualidad sólo es obligatoria la primera de las tres garantías (daños de estabilidad durante 10 años), siendo voluntaria la segunda de ellas (daños de habitabilidad) y optativa la tercera (daños de acabado) ya que esta última puede sustituirse por una retención económica al constructor, lo cual suele ser la práctica generalizada.

COBERTURA	TOMADOR	ASEGURADO	DURACIÓN	CAPITAL ASEGURADO
daños de origen cimentación y estructura que comprometan la estabilidad	promotor	promotor y adquirentes	10 años	100% del coste final
daños que ocasionen incumplimientos de habitabilidad	promotor	promotor y adquirentes	3 años	30% del coste final
daños de elementos de terminación o acabados	constructor	promotor y adquirentes	1 año	5% del coste final ó retención

**Tabla 4/01. Garantías establecidas en el artículo 19 LOE**

Fuente: Propia

<sup>4</sup> LOE. Disposición adicional segunda

El establecimiento de unas garantías mediante seguro de daños constituye una solución legislativa para mantener la defensa de los propietarios y usuarios frente a un sector muy sensible a los altibajos económicos y cuyas empresas sufren periódicamente estos ciclos con gran volatilidad. Es un modelo que posee tradición en Francia, donde se aplica desde 1978 con la denominada “ley Spinetta”.

Sin embargo esta obligatoriedad incorpora al proceso un agente no definido en la LOE, la **compañía aseguradora**, quien debe abonar los daños que se produzcan en el edificio como consecuencia de fallos técnicos. Este pago de los “platos rotos” le implica decisivamente en el seguimiento de todas las fases que puedan suponer un incremento del riesgo.

En España la citada participación del agente asegurador se canaliza a través de la Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras ó Asociación Empresarial del Seguro (UNESPA), la cual viene estableciendo a las diferentes compañías de seguro las directrices para el seguro decenal de daños para edificios al que obliga la LOE. En un documento denominado “*Actuación y reconocimiento de los Organismos de Control Técnico (OCT) en el marco del Seguro Decenal de Daños (SDD) en edificación*” publicado en el mismo año que la LOE (1999), se concretan los requisitos que el sector asegurador precisa para otorgar las coberturas exigidas por la LOE.

Desde el punto de vista técnico es necesaria la intervención de una entidad de control independiente (el mencionado **Organismo de Control Técnico u OCT**) cuya misión es la evaluación de riesgos técnicos en las unidades afectadas por el seguro.

**Las actuaciones de los OCT** para evaluar los riesgos asegurados se describen en el documento antes citado y podemos resumirlas en:

- Control de Proyecto.
- Control de Ejecución.
- Control de los Ensayos. Referente al seguimiento e interpretación de los ensayos que debe hacer el laboratorio de control previsto en la LOE.

Se establecen además unas misiones del organismo de control en función de las coberturas contratadas en el seguro; así tenemos:

- Misiones Básicas.
- Estabilidad de la obra fundamental. Alude a la exigencia actual expresada en la LOE.
- Estanqueidad. Es el control de una cobertura voluntaria que puede afectar a los diversos elementos de la envolvente que comprometen la estanqueidad, tales como cubiertas, sótanos, etc.



- Misiones especiales. Se trata de la labor de control para poder evaluar la inclusión en el seguro de situaciones singulares, como el empleo de sistemas no tradicionales, obras empezadas, etc.

La mencionada asociación del seguro, UNESPA, ha definido una serie de modelos de informes para que los OCT cumplimenten en cada una de las misiones y etapas. Están redactados a modo de lista de chequeo ampliada e incluyen informes para:

- Definición previa de riesgos.
- Revisión del proyecto y posibles unidades especiales.
- Informes de ejecución por fases.
- Informes para cada una de las misiones especiales
- Informe final de obra.

Merece destacar el concepto de **“Reserva Técnica”** introducido para la actividad de los OCT. Queda definido en el texto como *“Aquel defecto, anomalía o deficiencia de la construcción, tanto a nivel de proyecto como de ejecución, que ponga o pueda poner en juego las coberturas contratadas en la póliza de seguros”*.<sup>5</sup>

La emisión de una reserva técnica supone cuestionar la viabilidad de obtener la póliza completa del seguro, lo cual podría conllevar un incumplimiento de la LOE. El OCT cobra entonces una especial capacidad de árbitro la cual se contrapone al papel propio del controlador como asistencia técnica del agente legalmente decisor (la Dirección Facultativa o Proyectista), según prevé la LOE para la Entidad de Control, tal como acabamos de exponer.

**La dualidad Entidad de Control y OCT** así como la implicación de estos últimos con la Dirección Facultativa ha sido un punto tratado en diversos textos aparecidos desde la publicación de la ley. Se plantea un solape de las OCT con la actividad de las Entidades de Control prevista en la legislación (ambas realizan control del proyecto y control de la ejecución en obra) y además una posible intromisión en las competencias de la Dirección y el Proyectista. Esta aparente duplicidad de funciones conlleva una situación que suele saldarse con el sacrificio de las ECC debido a que su obligatoriedad, como ya se ha reflejado, no está específicamente señalada en la ley. Este aspecto saldrá de nuevo a la luz al abordar el estudio de expedientes reales de control contemplado posteriormente en nuestra investigación.

En resumen, la inclusión de garantías a través del seguro de daños ha resultado decisiva en las actividades de control de calidad en la edificación, pues supone una

---

<sup>5</sup> UNESPA. 1999. Actuación y reconocimiento de los Organismos de Control Técnico (OCT) en el marco del Seguro Decenal de Daños (SDD) en edificación. Anexo 1.1.

deriva que establece de facto la presencia de un control adicional no previsto inicialmente en la legislación y que el sector ha tenido que adaptar a su operativa.

## II. El Código Técnico de la Edificación. CTE.

Se compone de dos partes diferenciadas. En primer lugar la **Parte I** desarrolla las disposiciones generales y las exigencias básicas de seguridad y salubridad así como otras condiciones de carácter documental y administrativo.

La **Parte II** está compuesta por los denominados Documentos Básicos con métodos de verificación y condiciones para cumplir el código.

### ***Parte 1ª. Aspectos generales***

La estructura del citado texto normativo hace que los aspectos de regulación general estén definidos en su Parte I, designada precisamente con el título “Generalidades”. En este documento se proponen los diferentes tipos de control a realizar en las diferentes etapas del proceso edificatorio, cuyo esquema es:

- Control de proyecto.
- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.
- Control de ejecución de la obra.
- Control de la obra terminada.
- Documentación del control de la obra

El alcance de cada uno de estos hitos el control de calidad en edificación es variable y existen algunos matices no descritos en la norma. Pasamos a resumir los principales puntos:

#### ***a. Control de proyecto***

Está definido en el apartado 6.2 de la parte I del CTE. No va más allá de una simple descripción genérica de su alcance. Es destacable la ausencia expresa de obligatoriedad. Más allá de lo que pueda interpretarse desde un enfoque jurídico, el texto no señala explícitamente que dicho control haya de efectuarse preceptivamente. Tampoco define quién y cómo se realizaría.

#### ***b. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.***

Recogido en el apartado 7.2 del CTE y dividido a su vez en:

- Control de la documentación de los suministros. Se trata de tres tipos de documentos cuyo esquema detallamos.

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- Certificados de garantía del fabricante.
- Los documentos exigidos reglamentariamente (marcado CE, etc.).
- Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.
- Control de recepción mediante ensayos.

**c. Control de ejecución de la obra.**

Se detallan bajo este epígrafe del artículo 7.3 del CTE todos los distintos aspectos a controlar de acuerdo a las diferentes referencias, tales como el proyecto, la normativa, evaluaciones de idoneidad de productos, etc.

**d. Control de la obra terminada.**

Lo constituyen aquellas comprobaciones o pruebas de servicio a realizar sobre elementos terminados. Se desarrolla en el artículo 7.4 de la norma.

**e. Documentación del control de la obra.**

El anejo II del texto legislativo citado incluye la documentación del control a depositar en el Colegio profesional u organismo público pertinente al finalizar la obra. Se trata del resultado de los controles que el propio Código prescribe para la obra y que hemos recogido en los puntos anteriores.

En estos cinco puntos genéricos encontramos dos partes diferenciadas; **el control del proyecto**, cuya tratamiento sucinto ya ha sido expuesto y **los controles en fase de obras**. De estos últimos pueden extraerse algunas observaciones de interés para nuestra investigación:

- Existe un común denominador del control para los distintos aspectos de la obra pues en todos los casos **la norma centra las actividades en la Dirección Facultativa**, y en particular en el Director de Ejecución. Más allá de las órdenes, aprobación y gestión de actividades, el Código carga en estos facultativos la realización directa de todo el control de ejecución, la recopilación de documentación y la definición de todos los procesos de control. La intervención de los agentes propiamente controladores (laboratorios y entidades de control) no se define, y sólo se citan éstos de forma secundaria. Los Organismos de Control Técnico derivados del seguro de garantía de daños no aparecen reflejados en el texto de la norma.
- Pese a detallar el presupuesto del control de calidad dentro de la documentación del proyecto, el CTE no aclara nada sobre **el abono de estos servicios**. Asimismo la delegación en el director de ejecución para designar

cuantos ensayos y pruebas estime oportuno en fase de obras no tiene su reflejo en una forma de valoración y pago de estos controles no previstos en proyecto, lo cual limita su aplicación práctica.

### **Parte 2ª. El control en los Documentos Básicos del CTE**

La estructura del CTE hace que los llamados Documentos Básicos (DB) conformen la mayor parte del tratado normativo. El propio Código define su contenido en dos apartados:

- La caracterización de exigencias básicas y su cuantificación
- Los procedimientos cuya utilización acredita el cumplimiento de aquellas exigencias básicas.

Los documentos básicos está dispuestos en función de la seguridad o la habitabilidad, ambos requisitos básicos establecidos en la LOE. **Actualmente están en vigor los siguientes documentos:**

DB SE: Bases de Cálculo	DB SI: Seguridad en caso de incendio
DB SE-AE: Acciones en la edificación	DB SUA: Seguridad de Utilización y Accesibilidad.
DB SE-C: Cimientos	DB HS: Salubridad
DB SE-A: Acero	DB HR: Protección frente al Ruido
DB SE-F: Fábricas	DB HE: Ahorro de energía
DB SE-M: Madera	

**La norma ha sido concebida como prestacional**, donde se pretende establecer los rendimientos o prestaciones de los diferentes partes del edificio. Fernández Martín nos define el concepto prestaciones como *“el conjunto de características del edificio, cualitativas o cuantitativas, identificadas objetivamente y que contribuyen a determinar su aptitud para responder a las diferentes funciones para las que ha sido diseñado”*.<sup>6</sup>

El CTE no tiene como principal objetivo fijar un marco meramente prescriptivo con limitaciones y soluciones únicas para el proyecto y ejecución de edificios. De tal modo en estos documentos encontramos numerosas referencias a parámetros y directrices a cumplir en el edificio, pero en la mayor parte de los casos **no se detalla el proceso**

<sup>6</sup> Fernández Martín, R. 2010. Principios y técnicas de la calidad y su gestión en edificación, Tema 2.

**concreto de control de éstos**, es decir, no se precisan aspectos tales como los modos de control, criterios de muestreo, tolerancia de resultados, etc. En las ediciones actualizadas de los DB existen dos casos comunes de esta ausencia de concreción:

- Aquellos aspectos en los que no se define el control. Un claro ejemplo de ello lo tenemos en la estanqueidad de cubiertas donde el documento correspondiente (DB HS 1: Salubridad. Protección frente a la humedad) fija un grado de impermeabilidad de las cubiertas sin disponer ningún tipo de prueba de estanqueidad obligatoria.
- Otras veces se fijan valores sin detallar cómo deben comprobarse. Es el caso de del Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB SUA, sección SUA 1). Aquí el CTE fija la clase mínima de resbaladicidad que deben tener los suelos en función de su localización, así como la metodología de ensayo para obtener su clasificación. Sin embargo, ni el apartado de Condiciones particulares para el cumplimiento del DB ni ningún otro punto del Documento concretan el control. Se deja así libertad para que esa magnitud sea objeto o no de la comprobación mediante pruebas o ensayos de las unidades realmente colocadas, pues el cumplimiento podría justificarse a través de probetas tipo, fichas técnicas, etc.

Tan sólo algunos casos, como las pruebas de resistencia mecánica y/o estanqueidad de las redes de abastecimiento de agua y saneamiento, son prescritos en los Documentos Básicos (curiosamente en el primer caso citado se obliga a la empresa instaladora a realizar las pruebas, en un claro ejemplo de control interno no independiente). En otros elementos, como la ejecución de pilotes, se relacionan los posibles ensayos a realizar, dejando en manos del Proyectista o Dirección de obra su exigencia.

### III. La instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

Continuando con los representantes normativos destacados en nuestra materia, **la EHE constituye, sin duda, un referente en cuanto a legislación en materia de control**. Desde sus primeras ediciones, aprobadas décadas atrás, esta instrucción ha utilizado los criterios estadísticos propios de las técnicas de control para establecer un completo procedimiento de elección del modo de control, muestreo, ensayo y decisiones derivadas con respecto al suministro del hormigón y las armaduras de acero. Sus postulados con respecto al establecimiento de lotes de control o la aplicación de estimadores de resistencia tras los resultados obtenidos en los ensayos forman ya tradición en el modo de operar para proyecto y ejecución de estructuras de hormigón en España e inspira otras muchas actuaciones de control en construcción.

La EHE-08, vigente en la fecha de redacción de la Tesis, comprende los siguientes capítulos relacionados con el control:

**Capítulo XIV. Bases generales del control (artículos 78 a 81).**

- Define los agentes intervinientes en el control.
- Establece que el proyecto debe recoger el Plan y Programa de control.
- Pone las bases de las conformidades a desarrollar en los capítulos siguientes.

**Capítulo XV. Control de calidad del proyecto (artículo 82).**

- No se prescribe explícitamente su obligatoriedad.
- En los comentarios del articulado se marca como control externo.
- Define los puntos esenciales a controlar y los niveles de control.
- El anejo 20 recoge la amplitud y características del chequeo a realizar.

**Capítulo XVI Control de la conformidad de los productos (artículos 86 a 91).**

- Es el más extenso y obligatorio.
- Contempla el Control documental (documentación acreditativa y distintivos).
- Hace obligatorio el Control mediante ensayos de hormigones y aceros.
- Establece muestreos y criterios de aceptación mediante estimadores.
- Los ensayos de información se regulan como complementarios.

**Capítulo XV. Control de la ejecución (artículos 92 a 102).**

- Lo fija como obligatorio.
- Debe hacerlo la Dirección facultativa (deja la opción de poder servirse de la ayuda de una ECC).
- Prescribe la programación temporal de control de ejecución.
- Establece lotes, niveles, tipología de elementos a inspeccionar y frecuencias.
- Se definen los principales puntos a chequear.
- Determina Inspección final obligatoria de comprobación geométrica.
- Las pruebas de carga quedan a criterio de la Dirección Facultativa.

Como puede comprobarse con este resumen de puntos del articulado (al que habría que sumar otros aspectos contemplados en los anejos) **la EHE supone un amplio tratado en materia de control.** Sus directrices estadísticas, criterios de aceptación y

medidas para cuantificarlo no figuran al mismo nivel en ninguna otra normativa nacional de obligado cumplimiento.

La larga tradición de aplicación de esta serie de instrucciones en nuestro país (su primera edición data de 1939) han creado una cultura muy arraigada en cuanto al control de los materiales de las estructuras de hormigón, de forma que es una práctica consolidada en la ejecución de obras, realizándose los ensayos de acuerdo a los criterios precisos que la norma establece. Asimismo el control de producción de las plantas de fabricación de hormigones y de la industria siderúrgica nacional, fabricante de las armaduras de acero, establece verdaderos hitos en el panorama de los suministradores de productos, con un seguimiento constante y exhaustivo de la producción (en su mayoría certificados). Ello convierte al control de estas unidades en un integrante irrenunciable del proceso, siendo su tratamiento útil y completo una referencia para otras materias de la edificación.



**Fig. 4/01. Primera instrucción para el proyecto y ejecución de obras de Hormigón.1939**

Fuente: [www.ingenieriaenlared.wordpress.com](http://www.ingenieriaenlared.wordpress.com)

## IV. Infraestructura para la calidad y la seguridad industrial

El Real Decreto 2200/1995 aprobó el **Reglamento para la Calidad y la Seguridad Industrial** (aún vigente, aunque con modificaciones puntuales en años sucesivos). Se trata de una legislación que desarrolla lo dispuesto en la ley 21/1992 sobre ordenación de la industria.

Aunque está centrado en el sector puramente industrial, el reglamento es de aplicación al sector de la edificación por dos derivadas principales:

- Es de directa aplicación para las industrias productoras de bienes y servicios para la construcción, tales como fabricantes de materiales o instaladores.
- Además realiza una estructura de organismos relacionados con la calidad y la seguridad cuyas actividades afectan en mayor o menor medida a los procesos de edificación. La fig. 4/02 recoge el organigrama funcional de estas entidades.

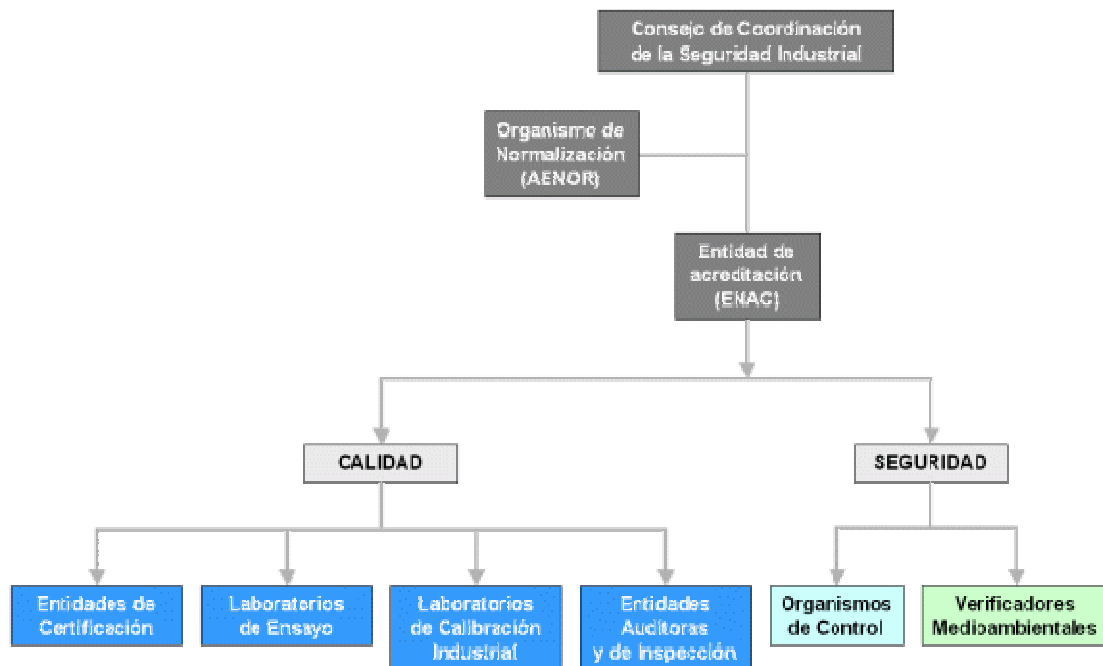


Fig. 4/02. Organigrama de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial

Fuente: Ministerio de Industria Energía y Turismo. España.

Ya hemos expuesto que los laboratorios para control de calidad en edificación poseen una regulación independiente a la industrial, por tanto, las actividades y entidades de este apartado con mayor implicación en nuestro trabajo son las relacionadas con **la certificación**, las cuales trataremos separadamente en el siguiente epígrafe.



### **Reglamentación para la certificación**

La norma UNE-EN ISO/IEC 17000:2004 denominada “Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios generales” define la certificación como “Atestación de tercera parte relativa a productos, servicios, sistemas o personas”.

Abundando en la misma dirección, Barelles y otros docentes de la Universidad Politécnica de Valencia definen la certificación como “el proceso mediante el cual una tercera parte diferente e independiente del productor y del comprador, verifica que un producto o un servicio, cumple con los requisitos especificados en una norma u otro documento normativo”.<sup>7</sup>

Sin embargo, como ya hemos citado, la certificación está regulada a través del sector industrial mediante el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad industrial (RD 2200/1995). Los organismos destacados que participan en el proceso certificador son:

- **Por un lado la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC)**, cuya función es declarar la competencia técnica de otros organismos, los Evaluadores de la Conformidad.
- **De otra parte estos Organismos Evaluadores de la Conformidad**, que son aquellos encargados de verificar directamente que los productos o servicios cumplen unos requisitos determinados. Nos referimos a las entidades, públicas o privadas, que realizan certificación, y también a los laboratorios de ensayo, entidades de calibración, de auditoría o inspección, entre otras. Todos ellos son considerados dentro de este tipo de organismos debido al paralelismo en sus funciones, toda vez que realizan asimismo verificaciones sobre determinados elementos relacionados con la producción industrial.
- Por último la infraestructura proyectada contempla **un organismo de normalización** para emisión de normas que sirvan de documentos técnicos para fijar los requisitos. En España esta misión la desempeña **AENOR**, si bien los acuerdos posteriores de armonización normativa europeos han ido dejando en manos del **Comité Europeo de Normalización (CEN)** gran parte de la potestad normativa comunitaria, donde AENOR pasa a ser un agente integrante. El CEN tiene como misión desarrollar normativa de diverso rango para los diversos campos productivos. Para ello aglutina el trabajo conjunto de los organismos normalizadores, entidades técnicas, productores, asociaciones, centros de investigación, y agentes sociales, públicos y privados de los países miembros de la Unión Europea.

---

<sup>7</sup> Barelles Vicente, E.; García Ballester, L. V.; Giménez Ibáñez, R.; Valiente Ochoa, E. 2007. Calidad en la Edificación y su Control. Apartado 3.2.

En cuanto al propio procedimiento para Certificar, la reglamentación contempla dos posibilidades. Por un lado tenemos **la Certificación Voluntaria** en actividades relativas a la Calidad (donde se utiliza con mayor frecuencia el término Certificación) y de otra parte existen otros casos prescriptivos como **la Inspección Reglamentaria** (tradicionalmente llamada Homologación) para el ámbito de la seguridad industrial. En cualquier caso la metodología de funcionamiento pasa siempre por una auditoría e inspección inicial para evaluación de la conformidad y concesión o no de la certificación. A partir de ahí es común la realización de un seguimiento por parte del certificador durante el tiempo que el certificado permanece vigente, con el objeto de garantizar la constancia de lo verificado.

La evolución de estos procedimientos y su aplicación al complejo sector de la construcción han traído consigo la aparición de las llamadas **marcas, distintivos o sellos de calidad**, cuyo denominación responde al reflejo en forma de iconos que hacen destacar de un producto, servicio, persona o empresa el resultado de alguna de las numerosas posibilidades de certificación existentes, cada una de ellas con diferentes procedencias, alcances y objetivos. El Código Técnico de la Edificación, como ya hemos citado, recoge estos documentos dentro del control de recepción de productos equipos y sistemas. El CTE incluye como reglamentario la comprobación de esta documentación por parte de la dirección de ejecución de la obra.

En edificación están implantados principalmente dos tipos de certificación

- **Certificación de producto:** Corresponde al proceso de verificación que un organismo independiente hace, de forma voluntaria o prescriptiva, sobre el cumplimiento de determinadas especificaciones normativas de un producto. Suelen centrarse en características físicas o químicas controladas mediante ensayos periódicos y en algunos casos inspecciones del proceso de fabricación.

A modo de ejemplo, por su extensión y representatividad del certificador, podemos citar la marca voluntaria N de AENOR, que verifica el cumplimiento de los parámetros normativos (generalmente reflejados en normas armonizadas EN) de un producto. No es más que uno de los múltiples casos de este extenso campo del mercado certificador.



Fig. 4/03. Marca AENOR N de producto certificado

Fuente: AENOR

- **Certificación de Empresas o Sistemas:** En este caso las más extendidas corresponden con el cumplimiento dentro de la organización de un sistema de gestión de la calidad conforme a la norma UNE-EN-ISO 9001 (la cual trataremos posteriormente) complementado o no con algún sistema de gestión medioambiental.

Nuevamente ilustramos este punto con una marca voluntaria del certificador español AENOR, aunque en este campo, si cabe, el número de organismos certificadores existentes es aún mayor.



Fig. 4/04. Marca AENOR de Sistema de Gestión de la Calidad según UNE-EN ISO 9001

Fuente: AENOR

La certificación de productos, servicios, empresas o personas pueden considerarse, en primera instancia, como elemento esencial de las funciones de control atribuidas a los productores, es decir, el llamado control de producción. Suponen un factor de distinción entre las diferentes opciones de un mismo producto o servicio ofrecidas por el mercado.

En nuestra investigación nos surge duda sobre la vulnerabilidad de independencia que puede derivar de este proceso, porque el certificador es elegido, contratado y abonado por el fabricante, es decir por el responsable del objeto controlado. Esta cuestión la afrontaremos extensamente al analizar los factores influyentes del Modelo, dentro de la Etapa Analítica, donde también incidiremos de nuevo en algunos procesos y organismos vinculados a la certificación, abundando sobre ellos.

### ***Conformidad de productos innovadores***

Por su singularidad en este campo merecen una especial mención las evaluaciones de idoneidad para productos innovadores que el CTE recoge en su artículo 5.2.5 como medio para otorgar la conformidad de un equipo, producto o sistema con el Código.

En España dichas evaluaciones las conceden dos centros de investigación de la construcción:

- Por un lado **el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja**, entidad pública perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones, emite los Documentos de Idoneidad Técnica (DIT), que son los de mayor tradición en esta materia, al partir de su autorización en 1963.
- De otra parte **el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITEC)**, organismo autonómico público que concede los Documentos de Adecuación al Uso (DAU).

En ambos casos el reconocimiento excede con creces de una mera verificación de características, al modo que lo hacen las certificaciones o marcados habituales. **Se trata de un extenso estudio para comprobación de la aptitud al empleo del producto o sistema innovador en su uso específico**, donde lógicamente la novedad hace que no se cuente con referencias normativas específicas. Al igual que cualquier otra certificación, se realiza un seguimiento periódico del producto en el tiempo para los aspectos sancionados.

El Instituto Torroja define el alcance de estos documentos con los siguientes puntos considerados en el proceso de obtención:

- Principio y descripción del producto.
- Materiales que lo componen.
- Elementos o componentes del sistema.
- Fabricación.
- Controles internos y externos sobre fabricación y puesta en obra.
- Condiciones de transporte y almacenamiento.
- Condiciones y proceso de puesta en obra.

- Referencias de utilización del sistema en casos reales.
- Ensayos de identificación, aptitud de empleo y durabilidad.
- Criterios sobre la evaluación positiva de la aptitud de empleo y procedimientos de cálculo.
- Observaciones de la Comisión de Expertos convocada para cada DIT.
- Detalles constructivos, puntos singulares, etc.

Los dos organismos nacionales citados (junto con sus homólogos europeos) emiten otros documentos sobre productos no normalizados o no tradicionales, que no deben ser confundidos con los anteriores. Nos referimos, sobre todo, a los documentos de Evaluación Técnica Europea, ETE (antes DITE) los cuales establecen los requisitos esenciales de un producto para el mercado CE, y que son tratados en el apartado siguiente.

## V. El Reglamento Europeo de Productos de Construcción. RPC

La Unión Europea cuenta con más de 25 años de regulación en materia de productos de construcción. El inicio de esta regulación lo encontramos en 1989, cuando entró en vigor la Directiva Europea de Productos de Construcción, DPC (Directiva 89/106/CEE), incluida dentro de las llamadas Directivas de Nuevo Enfoque, cuyo fin era facilitar la libre circulación de productos y servicios en la Unión. Posteriormente, en el año 2011, se aprueba el reglamento derivado llamado Reglamento Europeo de Productos de Construcción, RPC (Reglamento 305/2011), que anula y sustituye a la directiva anterior.

El hito principal que ha incorporado esta normativa es el preceptivo **marcado CE** para los productos de construcción. Se trata de una marca de conformidad, en la línea de las definidas en el apartado anterior, en la que el fabricante asume la responsabilidad sobre una serie de requisitos básicos para las obras de construcción, o características esenciales del producto, los cuales han de ser verificados. En este caso nos encuadraríamos dentro de las evaluaciones de conformidad de carácter obligatorio.

### ***Características esenciales***

Las especificaciones técnicas relacionadas con las características esenciales de cada producto se definen en las correspondientes **normas armonizadas** (EN) emitidas por el Comité Europeo de Normalización según el procedimiento regulado a tal efecto. Cada una de las normas armonizadas redactadas poseen un anexo ZA donde se regulan los requisitos y sistema evaluador del producto objeto.

En caso de no existir norma armonizada sobre un producto el RPC establece que debe recurrirse a un procedimiento denominado Evaluación Técnica Europea de dicho producto. De tal modo surgen los documentos **ETE (antiguos DITE)**, ya citados, donde quedan establecidos las características esenciales necesarias para el mercado CE.

Estas evaluaciones se llevan a cabo por los organismos de evaluación técnica (OET) propuestos por cada país miembro de la Unión Europea, bajo la coordinación de una organización comunitaria supervisora.

Los ETE se realizan siguiendo las pautas establecidas en unos documentos precedentes, los Documentos de Evaluación Europeo (DEE), que previamente han tenido que ser emitidos para el tipo de producto al que se haga referencia, según lo establecido en los artículos 21 a 24 y anexo II del Reglamento.

### **Marcado**

Una vez concretados los documentos donde se definen las características esenciales, el marcado se obtiene tras someterse el fabricante a **un Sistema de Evaluación y Verificación de la Constancia de las Prestaciones**, es decir a un conjunto de inspecciones o requerimientos que avalen el cumplimiento de las mencionadas características esenciales.

El fabricante debe aportar, como documento base, una Declaración de Prestaciones que compromete su responsabilidad en la conformidad del producto.

A partir de ahí **el marcado CE** se materializa a través de un etiquetado que el fabricante debe colocar en sus productos aportando información sobre los requisitos básicos y el proceso de obtención (ver figura 4/05).

El marcado CE no puede considerarse un control externo, en el que un organismo independiente garantiza las características del producto. Su concepción va unida al propio fabricante, de manera que éste marca sus productos de forma responsable, tras haber satisfecho un proceso de verificación establecido en la legislación aplicable. González Ponce y Collado Martínez lo aclaran con la siguiente afirmación; *"debe quedar claro que el marcado CE no lo da la Administración, ni los organismos notificados; el marcado CE lo pone, bajo su responsabilidad, el propio fabricante"*.<sup>8</sup> El mismo RPC expone que *"El fabricante con la colocación del marcado CE a su producto, estará indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad de ese producto de construcción con las prestaciones declaradas"*.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> González Ponce, E.; Collado Martínez, C. 2011. Control de Calidad en obras de Edificación, Cap 5.

<sup>9</sup> Reglamento UE nº 305/2011 de Productos de Construcción, Artículo 8.

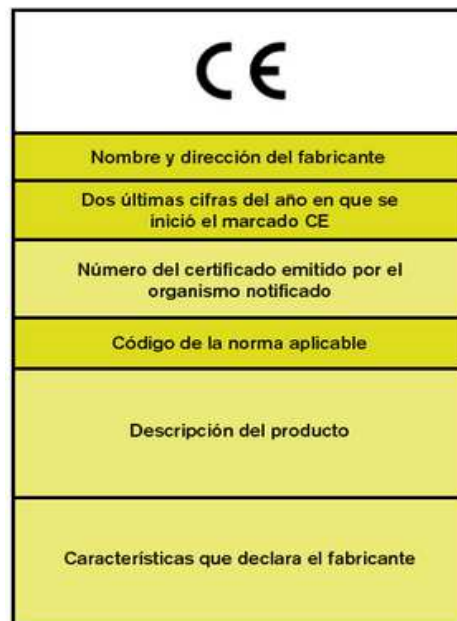


Fig. 4/05. Composición del etiquetado para marcado CE de un producto de construcción

Fuente: [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com)

## VI. La norma Internacional UNE-EN-ISO 9001

Si bien es un texto de aplicación voluntaria, y por tanto no se puede considerar como estrictamente reglamentario, se incluye en la relación debido a su amplia repercusión en el sector (como hemos visto en el punto dedicado a la certificación de sistemas) y su óptica de gestión global de organizaciones y procesos, lo que la sitúa como referente indiscutible para la materia que tratamos.

La primera edición de esta norma se realizó en 1987, entonces ISO 9001, y denominada *“Modelo para aseguramiento de la Calidad en diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio”*. Posteriormente ha ido evolucionando hasta alcanzar la última versión en vigor ya adaptada como **UNE-EN-ISO 9001, publicada en el año 2008** la cual responde al título de *“Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos”*. Esta norma ha propuesto, desde su inicio, una metodología para gestión de la calidad en las organizaciones con un texto principal (el citado) y una familia de normas complementarias.

El objetivo de la norma, en palabras propias es:

*“...especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización:*

- *necesita demostrar la capacidad para proporcionar regularmente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios, y*
- *aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema...”*<sup>10</sup>

Se trata pues de un conjunto de actuaciones a desempeñar por una organización de cara a establecer responsabilidades, recursos, planificaciones y análisis interno así como también acciones preventivas, de organización y mejora, entre otras; todo ello orientado a la satisfacción del cliente. La norma se aplica a cualquier organización, sea cual sea su campo de trabajo y ubicación, de ahí que las especificaciones sean marcadamente genéricas. El texto pone un énfasis especial en documentar todas estas disposiciones en lo que se denomina **el Sistema de Gestión de la Calidad** o adaptación particular de la norma para cada organización.

Su incorporación en empresas y organizaciones productivas de todo tipo ha sido prolija en los años que han transcurrido desde su primera edición, no siendo ajeno el sector de la construcción a este desarrollo. En España se certificó por primera vez un sistema de aseguramiento de la calidad según ISO 9001, a una constructora nacional en 1990. En general, la empresas constructoras de mayor tamaño fueron las de mayor proliferación inicial en implantación de estos sistemas, habiéndose trasladado posteriormente a organizaciones relacionadas con otros agentes, tales como ingenierías, promotoras, suministradores, empresas de control, organismos públicos así como a subcontratas y constructores de menor tamaño, etc.

En el sector de la edificación español lo más destacado de la incorporación de los sistemas definidos en **la ISO 9001 ha sido su vinculación casi total con la certificación** de los mismos, de tal modo que la implantación de un sistema de gestión apenas se concibe cuando no va unida a una certificación de la misma. La AEC recogía en su último decálogo crítico del sector de la construcción la tendencia de reducir la certificación a un mero argumento publicitario<sup>11</sup>, lo que pone de manifiesto un grave peligro de estos sistemas internos, con gran carga documental, como es la falta de fe en sus bondades y la separación de lo plasmado en el papel con la realidad que percibe el cliente. Garrido<sup>12</sup> señala a los altos directivos como pieza clave en el funcionamiento de la gestión de calidad, pues sin su voluntad no cabe impulso decisivo de la calidad por mucho que ésta sea asumida por los técnicos; en clara coincidencia con el postulado de Deming en el Japón posterior a la segunda guerra mundial, quien tuvo el

---

<sup>10</sup> Norma UNE-EN-ISO ISO 9001:2008. Cap 1.

<sup>11</sup> Asociación Española para la Calidad (AEC).2001. Calidad en la Construcción: Las cosas claras.

<sup>12</sup> Garrido Hernández, A. 2004. El libro del Director de la Ejecución de la Obra. Cap 18.



factor clave de su éxito en un discurso que convenció en primera instancia a los directivos y empresarios.

Por último cabe hacer mención de la existencia de sistemas de gestión que guardan un paralelismo con el aportado por la familia de normas ISO 9000, nos referimos principalmente a los sistemas de gestión medioambientales regulados por la familia de normas **ISO 14000**, y los sistemas de seguridad y salud de la familia normativa **OHSAS 18000**. En los últimos años existen diversos autores que han propuesto sistemas de gestión integrados que compendian los tres citados, de forma coordinada. En esta línea, a la que aludíamos en el capítulo de introducción a la Tesis, se destaca lo publicado al respecto por Fernández Martín<sup>13</sup>, con la definición de un modelo con marcado carácter práctico para su aplicación en edificación.

## VII. Un caso de normativa autonómica

En nuestro resumen normativo hemos querido centrarnos en la normativa nacional, donde se establecen las directrices organizativas fundamentales. No obstante, por su particular repercusión, hemos estimado conveniente abordar el caso de **la normativa Valenciana sobre control de calidad en edificación**, la cual es sin duda, uno de los principales referentes nacionales pioneros en la materia.

Se trata de un conjunto legislativo para el control de calidad la edificación que comprende diferentes facetas y textos actualizados. La Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la Generalitat de Valencia tiene un compendio de estos textos en su portal web.<sup>14</sup>

Cronológicamente se parte del Decreto 107/1991 de 10 de Junio, del Consell de la Generalitat Valenciana por el que se regula el Control de Calidad de la edificación de viviendas y su documentación, y de la orden de 30 de septiembre de 1991 de la Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte por la que se aprueba el Libro de Control de Calidad de Obras de Edificación de Viviendas.

Con posterioridad existe legislación complementaria basada en la anterior y el proceso legislativo se actualiza con la Ley 3/2004 de 30 de Junio, de la Generalitat Valenciana, de Ordenación y Fomento de la Calidad en la Edificación, con un enfoque global en el que se contemplan también aspectos externos a los tecnológicos, tales como administrativos, económicos, sociales, etc. Más recientemente el decreto 25/2011 del Consell de la Generalitat Valenciana aprueba el Libro del Edificio para

<sup>13</sup> Fernández Martín, R. 2010. Principios y técnicas de la calidad y su gestión en edificación, Tema 10.

<sup>14</sup> Pag. Web de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente.. Generalitat Valenciana <http://www.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=51079&idioma=C> (Febrero 2014).

edificios de viviendas y dentro de este documento incluye el Libro de Gestión de Calidad de la obra.

En lo que a control de calidad se refiere, la referida legislación para la comunidad valenciana regula la realización de una serie de controles en las obras de edificación y la documentación que plasma el resultado de dichos controles. A efectos prácticos está centrada en el llamado **libro de control Lc 91**.

De forma básica y resumida, a fin de orientarnos con los objetivos de nuestro trabajo, los controles propuestos son de cuatro tipos:

- Control documental de materiales y equipos.
- Control mediante ensayos.
- Control de ejecución.
- Control mediante pruebas de funcionamiento.

El encuadre documental a estas actuaciones viene dado por tres referencias principales:

- Plan de control y demás definiciones del control a nivel de proyecto.
- Programa de control.
- Documentación y justificación del control realizado.

Por tanto su desarrollo es paralelo al de la normativa nacional, según hemos visto con anterioridad, si bien al alcance del control es más amplio y concreto para cada uno de los cuatro apartados señalados. Aunque su ámbito de aplicación es exclusivo para los edificios de viviendas.

En concreto la normativa de aplicación en la comunidad valenciana pasa por la obligatoriedad de llevar a cabo una serie de controles de materiales, documentales, de ejecución y pruebas de servicio que van más allá de lo marcado en la regulación nacional obligatoria. Incluye también la documentación de dichos controles antes, durante y después de la obra a través de la inclusión en proyecto de un plan de control y otras referencias, y posterior seguimiento del mismo durante la obra, finalizando con la recopilación de registros a la entrega de las viviendas.

La sistemática impuesta va acompañada de una serie de impresos para el seguimiento de las prescripciones a lo largo del proceso.

En el caso del control de materiales y suministros los impresos recogen mediante cuadrantes las pautas marcadas y se cumplimentan los datos obtenidos durante la aplicación del control.

Para el control de ejecución la disposición es similar, destacándose la existencia de unos factores de ponderación del control en función de una serie de factores de riesgo del edificio para cada uno de los siguientes apartados:

- Dimensional
- Estructural
- Sísmico
- Geotécnico
- Ambiental
- Climático
- Viento

En función de la ponderación de estos factores, la amplitud del control es diferente, ya que determinadas comprobaciones de cimentación, por ejemplo, sólo se hacen necesarias si nos encontramos ante determinada zona sísmica.

La tabla 4/02 ilustra un ejemplo de impreso de control de ejecución utilizado por la normativa Lc-91 para cubiertas planas.

LC/91

Control de ejecución

2

Cubiertas planas			DESCRIPCION DE LA PARTE DE OBRA					MEDICION	
UNIDAD DE INSPECCION: 400 m <sup>2</sup> / 4C.									
IDENTIFICACION UD. DE INSPECCION			SOPORTE DE LA IMPERMEABILIZACION Y SU PREPARACION	EJECUCION DE LA IMPERMEABILIZACION	ELEMENTOS SINGULARES DE CUBIERTA	AISLAMIENTO TERMICO	TERMINACION DE LA CUBIERTA	PRUEBA DE ESTANQUIDAD	
DESIGNACION	LOCALIZACION								
		A							
		R							
		A							
		R							
		A							
		R							
		A							
		R							
		A							
		R							
		A							
		R							

**FECHAS DE ACEPTACION (A) ó RECHAZO (R)**

APAREJADOR / ARQUITECTO TECNICO:	ARQUITECTO:
Firma:	Enterado:

Tabla 4/02. Ejemplo Impreso control de ejecución de cubiertas Lc 91

Fuente: Colegio oficial de aparejadores y arquitectos técnicos de Castellón

## 4.2 Una mirada al marco de las empresas y entidades

La LOE (Ley de Ordenación de la Edificación) establece como agentes de la edificación a determinados organismos (laboratorios y entidades de control de calidad) cuya misión es exclusivamente controlar. Ello se desarrolla en las diferentes regulaciones nacionales y autonómicas que afectan a la edificación. Este marco normativo, junto a otras necesidades de mercado, de innovación y de entorno, es recogido por las diferentes organizaciones relacionadas con el control públicas o privadas que operan en nuestro país, muchas de ellas con origen foráneo.

A continuación, y siempre con datos de operatividad en el territorio nacional, hemos querido sintetizar el abundante esquema de actividades que es ofrecido por dichas organizaciones para conseguir una perspectiva de los catálogos reales en materia de control del sector de la edificación. Se han seleccionado **las principales empresas y entidades** a las que podemos solicitar sus servicios en nuestro entorno, atendiendo a criterios de volumen de trabajo y/o relevancia de su recorrido profesional, incluyendo para cada una de ellas sus datos identificativos y su estrategia de servicios.

Los datos han sido obtenidos de las páginas web de las entidades y realizando consultas aclaratorias. Ello se llevó a cabo en el periodo de Mayo a Julio de 2014.

La relación de entidades que se detallan seguidamente es:

### *Empresas*

- |   |                |
|---|----------------|
| 1 | APPLUS+        |
| 2 | BUREAU VERITAS |
| 3 | INTEMAC        |
| 4 | INTERTEK       |
| 5 | SGS            |
| 6 | TÜV Rheinland  |

### *Otros organismos y entidades*

- |   |   |
|---|---|
| 7 | IETcc. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja |
| 8 | ITEC. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña    |
| 9 | IVE. Instituto valenciano de la Edificación                     |

### **1. APPLUS+**

Es la entidad española de ensayos, inspección y certificación de mayor volumen. En el momento de nuestra toma de datos, el último año con datos publicados es 2013, siendo entonces su cifra de negocios total de 1.580 millones de Euros.

Nace del sector del automóvil y en sucesivas ampliaciones y absorciones culmina su actual dimensión que abarca diversos campos industriales con un grupo de empresas entre las que la denominada Applus Norcontrol es la que incluye las actividades principales para el sector de la construcción.

Dentro de su área de conocimiento denominada “civil y edificación” se cuentan los siguientes servicios:

- Asistencia técnica en edificación.
- Applus+ urban (urbanismo).
- Control técnico de edificación (OCT).
- Estudios de patología.

Asimismo existen en esta área actividades de laboratorio, geotecnia y auscultación e instrumentación.

Dentro de la asistencia técnica en edificación incluye las actividades propias de ECCE/LOE entre otras, mientras el servicio de laboratorio incorpora tareas asimilables a las definidas también por dicha Ley, estando acreditados en ambos casos en algunas de sus localizaciones nacionales.

### **BUREAU VERITAS**

Autodefinida como “líder mundial en ensayos, inspección y certificación”. Esta compañía, con sede en París, proviene del sector naval y actualmente posee amplia implantación internacional en diversas industrias y sectores.

El volumen de ingresos mundial publicado para 2013 alcanza los 3.933 millones de Euros, lo que la confirma dentro de las primeras entidades europeas en volumen.

Los servicios para su división de construcción, se publicitan muy desglosados, correspondiendo con las siguientes actividades:

- Coordinación de seguridad y salud.
- Control de instalaciones.
- Control de acabados.
- Project Management.

- Libro del edificio.
- Technical Due Diligence.
- Edificación sostenible.
- Property Condición Monitoring.
- Estudio de patologías.
- Eficiencia energética en edificación.
- Protección frente al ruido.
- Garantía decenal.

Los cinco primeros se engloban como “*Evaluación integral de la conformidad*”, los cuatro siguientes como “*Asistencia integral a la gestión de activos*” y los tres últimos aparecen considerados en ambos apartados.

No figura expresamente la reseña de ECCE según LOE, aunque todas las funciones descritas en la ley figuran en diversos apartados de intervención. El OCT se encuentra definido con claridad.

Es de destacar que las actividades como laboratorio de construcción no se llevan a cabo bajo esta marca, aunque existen sociedades filiales con estas competencias.

## **2. INTEMAC (*Instituto Técnico de Materiales y Construcciones S.A.*)**

Más allá de sus cifras de negocio, hemos considerado oportuno incluir en este desglose a esta organización española de consultoría y control de calidad por su indiscutible prestigio en el campo de la tecnología de la construcción en España. Ello está avalado por una reconocida trayectoria en el campo del control y la inspección así como la una valiosa difusión formativa de su labor y una participación destacada en organismos científicos internacionales.

Los servicios que ofrece están clasificados en las siguientes áreas de negocio reflejados en su web:

- Obra civil.
- Asistencia a la obra.
- Control de proyectos.
- Control de ejecución de obras.
- Laboratorio.
- Patología y rehabilitación.

- Formación.
- Publicaciones.

Aunque es patente la importancia de la obra civil en sus trabajos, la edificación es una figura notable en sus áreas de negocio, muy centrados en la asistencia así como en el control de proyecto y ejecución, incluyendo servicios de ECCE/LOE (acreditados según RD 410/2010) y de OCT.

Los ensayos de materiales, geotécnicos, pruebas y auscultación conforman una línea de actividades preponderante, claramente derivadas de sus orígenes como laboratorio de construcción.

Sus filiales de auditoría y control económico “*Intemac Audit*” e “*Intemac Eco*” cierran su oferta.

### **3. INTERTEK**

Compañía británica de análisis, inspección y certificación de productos con presencia actual en más de 100 países, cuya razón social actual es de 1996 tras la fusión de otras empresas del ramo provenientes de diversos sectores industriales.

Para el ejercicio 2013 hacen pública una cifra de negocios en todo el mundo de 2.688,7 millones de Euros.

En España ofrecen una cartera de servicios para productos de construcción que podemos resumir en:

- Durabilidad/Medio ambiente.
- Análisis de fallas.
- Servicios ecológicos.
- Certificación de personal.
- Diversas pruebas de materiales, sistemas y equipos.

Destacan ensayos y actividades relacionadas con el fuego en la construcción, así como pruebas acústicas y de diversos materiales y unidades constructivas. Por tanto la actividad como laboratorio estaría recogida pero no encontramos referencias a otras actuaciones de control recogidas en nuestra normativa.



#### **4. SGS (*Société Générale de Surveillance*)**

Definida también como “*Líder mundial en inspección, verificación, ensayos y certificación*”, esta empresa suiza nació en el siglo XIX como inspección agrícola.

El total de ingresos en 2013 fue de 4.764 millones de euros, lo que la convierte en la de mayor volumen de ventas en Europa y también de la relación seleccionada.

Su sección de construcción oferta los siguientes grupos de servicios:

- Gestión de proyectos.
- Servicios relacionados con los materiales.
- Servicios relacionados con la maquinaria y equipos.
- Servicios relacionados con la cadena de suministro.
- Gestión de instalaciones e inspecciones.
- Calidad, salud, seguridad y medio ambiente.

El abanico de actividades cubre el laboratorio de materiales, la entidad de control, el OCT y otras muchas funciones de supervisión y seguimiento. No existe tampoco referencia expresa a los agentes de control LOE.

#### **5. TÜV Rheinland**

Esta entidad de origen alemán tiene implantación en gran parte de Europa, y también en América, Asia, y África. Se definen como un grupo internacional de servicios para la Calidad y la Seguridad.

Para 2013 declaran una cifra de negocios superior a los 1.600 Millones de Euros.

Posee una importante cartera de servicios en edificación, en algunos casos compartidos con obra civil.

Según se publica en su página web en España los servicios en construcción y edificación para nuestro país son:

- Ascensores.
- Edificios y vías de transporte.
- Energía y sostenibilidad.
- Evaluación y certificación.
- Gestión de inmuebles.
- Materiales de construcción.
- Servicios de inspección en edificación.

En los contenidos destacan las asistencias técnicas en todas las fases, asesorías y seguimientos. También su actuación como OCT e intervenciones de gestión económica.

Al igual que alguna de las entidades ya referenciadas, las actividades como ECC sí aparecen pero no reseñadas expresamente como tal entidad según LOE.

La realización de ensayos de materiales no constituye ningún epígrafe de servicios si bien queda incluida dentro del apartado de certificación de calidad de materiales de construcción.

## OTROS ORGANISMOS Y ENTIDADES

Dentro del sector de la construcción de edificios hemos estimado conveniente también citar a otras instituciones nacionales de referencia en los campos de la investigación e innovación, pues si duda su vinculación con las actividades de control, tanto en el empleo de las mismas como en la contribución a su desarrollo, son manifiestas. Por acotar el alcance remarcamos únicamente los tres institutos siguientes:

### **6. IETcc. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.**

Como ya se ha referido al tratar los Documentos de Idoneidad Técnica, el Instituto Torroja pertenece al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (a su vez adscrito al Ministerio de Economía y Competitividad de España). Se trata de un centro público que cuenta con 80 años de historia desde su fundación, realizada entre otros, por el insigne ingeniero Eduardo Torroja.

Es el representante español en la EOTA (*European Organisation of Technical Approvals*) que es la Organización Europea para la Evaluación Técnica del área de productos de construcción.

Con una trayectoria consolidada en los campos de investigación científica y desarrollo tecnológico del sector de la construcción en general y sus materiales, podemos subrayar tres de las actividades con mayor proyección de la institución:

- La investigación y apoyo científico-técnico en la tecnología de materiales y soluciones constructivas.
- La evaluación de la conformidad de productos y sistemas de acuerdo al reglamento europeo de productos de construcción y otras directivas (emisión de documentos DIT, DITE, etc).

- La publicación de dos revistas científicas internacionales en el sector de la construcción (Informes de la Construcción y Materiales de Construcción) incluidas en las principales bases de datos y rankings de impacto internacionales.

Dentro de sus unidades de trabajo la de Calidad en la Edificación se acerca al ámbito de nuestra Tesis, pues promueve labores en el campo de la elaboración de normativas (entre las que destaca el Código Técnico de la Edificación) y el fomento de sellos, certificaciones y otros distintivos de calidad (tales como el sello de conformidad CIETAN).

### **7. ITEC. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña**

También ha sido mencionado al abordar la documentación de productos innovadores. El ITEC es una fundación privada, fundada en 1978 <sup>15</sup>, la cual define sus objetivos como entidad de apoyo a la innovación en los siguientes términos; *“la generación y transferencia de información y conocimiento, y la prestación de servicios tecnológicos, para la mejora de la competitividad de los agentes del sector de la construcción: entidades, empresas y técnicos facultativos.”*

En cuanto a sus funciones reproducimos asimismo lo reflejado en su portal de internet: *“Su actividad se estructura en los ámbitos de la Información y el Conocimiento tecnológico, la Gestión del proceso constructivo y la Evaluación y Certificación de productos y de actividades...”*

El Documento de Adecuación a Uso (DAU), emitido por el Instituto como reconocimiento de productos y sistemas novedosos, es notablemente reconocido por todos los agentes de la edificación.

En cuanto al control el ITEC realiza inspecciones y certificaciones para el marcado CE, Evaluación técnica europea (ETE, DITE) así como certificación de empresas instaladoras. Posee una unidad de gestión de calidad que trabaja en la implantación de sistemas de gestión de la calidad, gestión medioambiental y gestión de la prevención de riesgos laborales, en la línea de la integración de estas tres ramas que hemos tratado anteriormente.

---

<sup>15</sup> No existe el dato en la web del Instituto, por lo que se obtiene del artículo de Latorre Badía, M. 1984, titulado: “L’ITEC” El instituto de tecnología de la Construcción de Cataluña. España.

## **8. IVE. Instituto Valenciano de la Edificación**

Hemos querido resaltar también a este organismo por su focalización en la edificación y en la calidad de ésta en particular, teniendo destacado eco en ambos campos.

Es también una fundación privada cuyo fomento de la calidad en la vivienda se materializa a través de publicaciones, participación en foros y formación permanente. A partir de una iniciativa que la Generalitat Valenciana lleva a cabo, el IVE ha desarrollado la certificación denominada Perfil de Calidad (PdC), distintivo que se suma al reducido número mundial de evaluaciones de calidad para edificios de nueva construcción en su conjunto (con inspección completa del proceso desde el diseño hasta la entrega), según puede contrastarse en el amplio estudio al respecto realizado por Ramírez y Serpell<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Ramírez, V.; Serpell, A. 2012. Certificación de la calidad de viviendas en Chile: Análisis comparativo con sistemas internacionales.



## **5. ESTADO DEL ARTE.-**

## 5 ESTADO DEL ARTE

### 5.1 Herramientas tradicionales para Control de Calidad

#### 5.1.1 Planteamiento inicial

En el planteamiento del Estado del Arte debemos centrarnos en primer lugar en el análisis de los tratamientos que se han venido empleando para la calidad y en particular, aquellos métodos que se han demostrado históricamente exitosos en **el control**, tratamiento de fallos y mejora de procesos productivos.

Además contamos con que su finalidad está alineada con nuestra propuesta, pues se trata de optimizar recursos y minimizar fallos.

En el fondo subyace de nuevo la idea de considerar que el control debe guiar la actividad productiva, tal como se planteaba en la introducción la Tesis.

#### 5.1.2 Selección de herramientas tradicionales para el control

Las herramientas tradicionales para el control de la calidad constituyen un bosquejo de técnicas de análisis, mejora u organización, desarrolladas históricamente a modo de instrumentos útiles para ser introducidas en el desempeño de actividades y procesos. En todos los casos gozan de dilatada experiencia tras desplegarse en muchos sectores productivos, fundamentalmente dentro de la industria de producción en serie.

Estos métodos suelen ser simples pero demostradamente eficaces para su uso recurrente en trabajos concretos.

Un referente para este tipo de técnicas podemos encontrarlo en el grupo de acciones propuestas por Ishikawa en 1968 y llamadas genéricamente “**siete herramientas para la calidad**”. Se trata de un conjunto de técnicas sencillas para mantener **bajo control** determinados aspectos de un proceso:

- Hojas de control o chequeo.
- Histogramas.
- Diagramas de Pareto.
- Análisis con diagramas de causa-efecto.
- Análisis por estratificación.
- Análisis por dispersión.
- Gráficos de control.

De otra parte la normativa especializada nos ilustra sobre también sobre estas técnicas, pudiéndose destacar entre otras, la **norma UNE 66178:2004** denominada “*Sistemas de gestión de la calidad: Guía para la gestión del proceso de mejora continua*”. Su anexo informativo “A” recoge un listado de técnicas y herramientas para utilización en la mejora continua de los sistemas de calidad (Tabla 5/01).

TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS	FASES DEL PROCESO DE MEJORA		
	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA LA MEJORA	PROYECTO DE MEJORA	SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y REVISIÓN DE LA MEJORA
Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades)	X	X	
Análisis de Campo de Fuerzas	X		
Análisis de Valor	X		
Análisis del Coste / Beneficio	X		
Análisis Modal de Fallos y Efectos y su Criticidad (AMFEC)	X	X	X
Camino Crítico (PERT, CPM, ROY)		X	
Ciclo Deming (PDCA)	X	X	X
Control antierror (POKA YOKE)		X	
Control Estadístico de Procesos (SPC)		X	X
Coste por Actividad (ABC)	X	X	X
Costes de la Calidad	X		X
Cuadro de Mando Integral (BALANCED SCORECARD)			X
Despliegue de la Función Calidad (QFD)	X		
Despliegue por Objetivos (HOSHIN KANRI)	X	X	
Diagrama Causa-Efecto		X	
Diagrama de Afinidad	X	X	
Diagrama de Árbol		X	
Diagrama de Dispersión (Correlación, Distribución,...)		X	
Diagrama de Flujo		X	
Diagrama de GANTT		X	
Diagrama de PARETO	X	X	
Diagrama de Proceso		X	
Estructura de Tareas (EDT)		X	
Estudios comparativos ( <i>Benchmarking</i> )	X	X	X
Evaluación según Modelo EFQM	X		X
Evaluación según Norma UNE 66174	X		X
Función de Pérdida (TAGUCHI)	X		
Gráfico de Tendencia (Comportamiento)		X	X
Gráficos de Control		X	X
Histogramas	X	X	X
Reingeniería de Procesos (BPR)		X	X
Seis Sigma	X	X	X
Técnica de los Cinco “Por Qué”		X	
Tormenta de Ideas (Brainstorming)	X	X	

**Tabla 5/01. UNE EN 66178: 2004 (anexo A): Listado de técnicas y herramientas para la gestión del proceso de mejora continua de la calidad.**

Fuente: AENOR



Para seleccionar de este abanico de propuestas las más útiles a nuestro trabajo hemos descartado previamente aquellas que tiene una orientación propia de acciones de planificación, gestión de producción o exclusivamente costos (tales como los diagramas de pareto, de caminos críticos o de árbol, los análisis de estratificación y de dispersión, la reingeniería de procesos o los costes de la calidad, entre otros).

Fuentes consultadas excluyen también de esta relación de herramientas las técnicas de mayor profundidad estadística debido a dos causas principales:

- Estas aplicaciones de complejidad estadística se usan esencialmente para establecer criterios de aceptación/rechazo en algunas fases específicas pertenecientes a sistemas de producción extensiva.
- Consecuentemente tienen menor calado para establecer modelos que afecten a la gestión u organización general de un multiproceso singular como la edificación.

En consecuencia nos centraremos en los sistemas más relevantes, es decir, aquellos donde los textos especializados en esta disciplina nos indican que aportan una metodología con mayor utilidad para detección y resolución de problemas en el ámbito del control. La relación de herramientas así recopiladas se expone seguidamente:

- **El Círculo de Deming.**

Ha sido ya abordado en el capítulo de introducción de la Tesis donde puede verse que conforma un claro ejemplo de simplicidad y eficiencia.

Sin embargo está ideado como célula base para activar cambios y mejoras en determinadas fases puntuales de una actividad y no como una metodología para tratamiento completo de todos los factores de un proceso productivo.

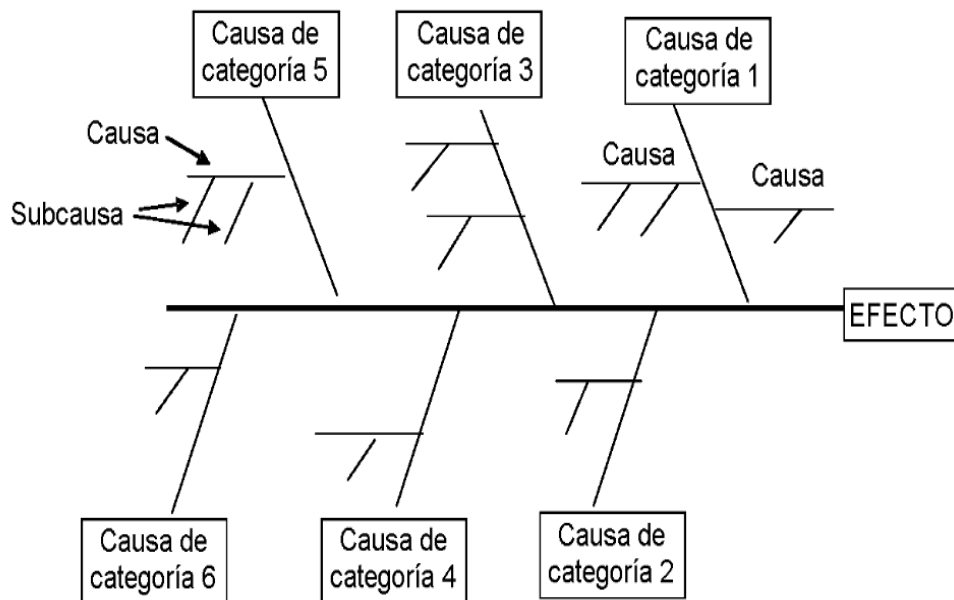
- **Análisis con diagramas de causa-efecto.**

Es una técnica desarrollada por el citado autor japonés en técnicas de calidad Kaoru Ishikawa a mediados del siglo XX y fue aplicada con éxito en la industria japonesa.

Es un método para búsqueda de causas de un problema que se plasma en unos esquemas en forma de espina de pez donde se organiza esquemáticamente la información relativa al problema y sus posibles causas primarias y secundarias. Son los llamados diagramas de espina de pescado (Fishbone) o de Ishikawa.

La tesis doctoral del Dr. Espino<sup>1</sup> resume su principal fortaleza: *“Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas Causa y Efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.”*

Está recogida en la norma UNE EN 31010:2011. “Gestión de riesgos. Técnicas de apreciación del riesgo” donde podemos encontrar dos motivos que la descartan en nuestra causa; la primera es su encuadre en disciplinas relacionadas con el riesgo y la segunda es la propia limitación que el texto normativo incorpora: *“éste no es un proceso completo por sí mismo y necesita ser parte de un análisis de la causa primordial para poder generar recomendaciones.”*



**Fig. 3/01. UNE EN 31010: 2011. Esquema de diagrama de espina de pescado o de Ishikawa.**

Fuente: AENOR

<sup>1</sup> Espino Pérez, M. U. 2014. Desarrollo de un modelo de gestión de riesgos según la norma ISO 31000 para el tratamiento de reclamaciones en edificación. Tesis doctoral.

### - Gráficos de Control.

Fueron desarrollados por el estadístico estadounidense Walter A. Shewhart al final de la década de 1920 para aplicación industrial.

Es una herramienta para controlar procesos mediante valores numéricos asociados a ellos. Extensamente probados, su fundamento es simple (baremar si los parámetros establecidos permanecen entre los límites establecidos). Su esencia es la representación gráfica en unos ejes cartesianos, donde el eje de abscisas refleja las muestras donde hemos determinado una determinada variable, ordenadas cronológicamente y en el eje de ordenadas situamos el resultado numérico obtenido o el número de fallos producidos. Si dibujamos los límites admisibles en forma de rectas (límite crítico superior “LCS” e inferior “LCI”), tendremos a vista de pájaro la evolución del parámetro en nuestra producción con los puntos dentro y fuera de control (Fig.5/02).

Están orientadas a los resultados de inspección en grandes series de producción donde constituyen un potente instrumento de control con capacidad para detección de desviaciones y tendencias así como para aplicar criterios de aceptación/rechazo establecidos. Conformen además una buena herramienta complementaria para otras técnicas de análisis y solución de fallos y anomalías.

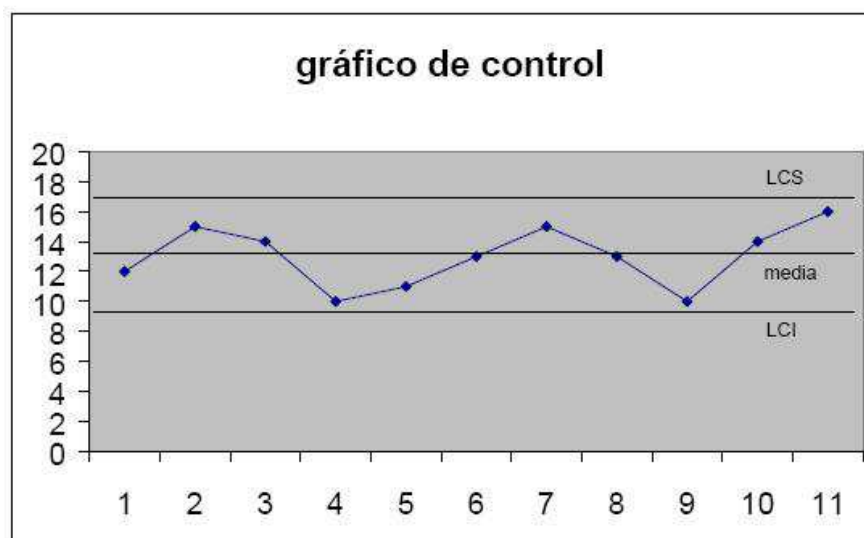


Fig. 5/02. Ejemplo gráfico de control.

Fuente: Iniciativa PDCA Home

### - El método AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos).

Recogido en la norma UNE-EN 60812: 2008. Nacido en la primera mitad del siglo XX como herramienta de la industria militar de EEUU se ha ido aplicando

en diversas industrias, principalmente automovilísticas, Analiza los posibles fallos de un producto en fase de diseño o producción. Así de cada componente analizado se establecen sus funciones, modos de fallo, consecuencias de estos fallos, causas y controles que los detectan. Tras ello se calcula el índice de prioridad de riesgo que se obtiene multiplicando los valores (de 1 a 10) tabulados para probabilidad de ocurrencia por la gravedad del fallo y por la probabilidad de detección. La magnitud del índice obtenido (entre 1 y 1000 al ser un producto de tres cifras de 1 a 10) nos dará el orden de importancia de cada fallo.

Opera, por tanto, atendiendo esencialmente a la identificación, prevención y consecuencias de los fallos, baremando estos parámetros. Posee amplia implantación para el análisis de problemas de fabricación industrial y su aplicación ha sido extendida a sectores logísticos y de servicios.

#### - **La técnica 8D (Ocho disciplinas para la resolución de problemas)**

Originada por el ejército americano durante la segunda guerra mundial y desarrollada por su industria automovilística durante las décadas 60 y 70 del siglo XX.

Es una técnica en fases, de la cual Rambaud<sup>2</sup> justifica su similitud a un círculo de Deming ampliado.

En concreto el autor nos explica que esta herramienta para resolución de problemas es una aplicación práctica del círculo de Deming en un proceso productivo, incorporando un número superior a los cuatro pasos originales enumerados como sigue:

- Conformar un equipo (con expertos en la materia).
- Describir el problema.
- Implementar las acciones internas para contener el problema provisionalmente.
- Identificar la causa raíz.
- Elegir y verificar de causas correctivas definitivas.
- Ejecutar y validar las causas correctivas permanentes.
- Prevenir (transversalmente) la repetición del problema.
- Felicitar al equipo.

---

<sup>2</sup> Rambaud, L. 2006. 8D Structured Problem Solving: A Guide to Creating High Quality 8D Reports.

Es una modalidad que ha demostrado su utilidad como metodología de resolución de problemas en cadenas de producción.

#### - Seis Sigma ( $6\sigma$ )

Es un método desarrollado en la norma internacional **UNE-ISO 13053:2012** denominada *“Métodos Cuantitativos en la mejora de los procesos. Seis Sigma”*

Nace de la estrategia de mercado de la compañía de telecomunicaciones norteamericana Motorola en los años 80 del pasado siglo XX.

En la línea de los anteriores, y aún con fuertes apoyos en el círculo de Deming, el método seis sigma es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas que persigue la mejora de procesos con un objetivo en la reducción de errores a través de la cuantificación estadística de la desviación típica ( $\sigma$ ), con un máximo de fallos permisible de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO).

Sus herramientas de implantación en un sistema productivo se basan en el uso para los procesos de la metodología DMAIC (DMAMC en Castellano):

- Definir.
- Medir.
- Analizar.
- Mejorar (Improve).
- Controlar.

Los principios filosóficos del método según Herrera y Fontalvo<sup>3</sup> son:

- Enfoque al cliente interno y externo.
- Análisis sujeto a la información veraz.
- Enfoque basado en procesos.
- Actitud preventiva.
- Trabajo en equipo (transversal).
- Mejoramiento continuo.

---

<sup>3</sup> Herrera Acosta, R.; Fontalvo Herrera, T. 2012. Seis Sigma. Métodos estadísticos y sus aplicaciones.

Estos autores definen la implantación del método en cinco pasos fundamentales

- Disposición para el cambio de los directivos.
- Implantar el nivel de error Seis Sigma.
- Definir los requisitos/necesidades de los clientes.
- Aplicar metodología DMAMC a los procesos.
- Evaluar el DPMO logrado.

A tenor de la propuesta genérica que supone el método Seis Sigma, podemos centrar nuestra atención en alguna de las técnicas incluidas en él como derivada práctica para nuestro campo de trabajo.

En concreto hablamos de la metodología denominada “Despliegue de la Función Calidad”. Su elección se justifica porque constituye una herramienta que encaja adecuadamente en nuestras necesidades para definir un modelo de gestión del control. El siguiente punto lo desarrolla esta línea:

### ***Despliegue de la función de calidad***

La norma internacional UNE-ISO 13053, que define el método “Seis Sigma” descrito en el apartado anterior, incluye en su parte 2 “Herramientas y Técnicas” la técnica “Despliegue de la Función Calidad”. Su alcance queda definido como: *“Identificar los clientes y terceras partes, entender sus demandas y transformarlas en requisitos medibles. Plantear objetivos de mejora.”*

También la norma española antes expuesta, UNE 66178:2004 *“Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la gestión del proceso de mejora continua”*, incluye esta técnica dentro de sus herramientas para análisis de la información y mejora.

Fijamos entonces nuestra atención en esta herramienta matemática para análisis de productos con respecto a sus expectativas, habitualmente nombrada por sus siglas en inglés, “QFD”, (Quality Function Deployment) y también llamada en algunos casos “House of Quality” (casa de la Calidad) debido que su representación gráfica es similar en determinadas ocasiones a una vivienda con tejado.

En las referencias históricas encontramos su nacimiento en 1966 cuando el Dr. Yoji Akao<sup>4</sup> presenta en Japón su técnica QFD. Las primeras aplicaciones se remontan a la industria japonesa de los primeros años 70 del siglo XX, en concreto en la firma Mitsubishi Heavy Industries Ltd. donde Mizuno y Furukawa desarrollaron la matriz que sirve de base a su representación actual.

En 1972, se publica un primer artículo en la revista japonesa *“estandarización y control de calidad”* y en 1975 la Sociedad Japonesa para Control de Calidad (JSQC) establece un grupo de trabajo para su estudio e implantación. Posteriormente, ya en los años 80, la metodología es tomada por la industria norteamericana como uno de los secretos de éxito de los productos japoneses, pudiéndose citar el caso de la afamada industria automovilística Ford Motor Co. o Hewlett-Packard. Más tarde se introduce en Europa, donde podemos ilustrar un significativo ejemplo en la industria de electrodomésticos española *“Fagor”* en el País Vasco, la cual adopta el QFD a partir de 1990.

Aunque ciertamente se usan diferentes herramientas en cada fase de un proceso, el QFD se identifica principalmente con una matriz de correlación ponderada entre los *“Qué”* (necesidades del cliente para un producto) y los *“Cómo”* (parámetros que son necesarios en el producto para cumplir esas necesidades). Así establecemos una valoración y un orden de prioridad entre los elementos introducidos en uno u otro lado de la matriz que nos dan luz sobre su importancia. La ponderación se obtiene de las opiniones de un equipo multidisciplinar de expertos y de las características propias de cada producto, obteniéndose así la cuantificación de la influencia para cada *“Qué”* y cada *“Cómo”*, dando información sobre su posición ordinal. También podemos comparar las características de cada ítem con el de nuestros competidores y comprobar en qué situación nos hallamos frente a ellos.

Si nos fijamos, por ejemplo, en una cámara de fotos, podemos tener un *“Qué”* (duración de la batería) y un *“Cómo”* (amperios de la batería utilizada). Éstos se ponderarán con opiniones externas y se unirán al resto de información para ver sus pesos relativos y orden de importancia. Con ello se obtienen parámetros fiables para la evaluación y toma de decisiones del producto.

El método QFD ha sido complementado, mediante diversas investigaciones llevadas a cabo en los últimos años, con técnicas matemáticas de lógica difusa conformando el denominado *“Fuzzy-QFD”*, donde el desarrollo es paralelo al inicial con un tratamiento avanzado de las opiniones de los expertos.

---

<sup>4</sup> El Doctor Yoji Akao es actualmente presidente del Consejo Internacional de QFD y el asesor principal del Instituto QFD. Autor de numerosos artículos y libros en relación con Quality Function Deployment ó QFD.

## 5.2 Factores determinantes del Control de Calidad

Al documentar el Estado del Arte en esta disciplina, nos encontramos recurrentemente con una serie de hitos que han sido señalados históricamente como decisivos en cuanto a la calidad y su control. Nos referimos a un conjunto de aspectos puntuales cuya influencia en el producto es determinante y cuyas referencias, con un enfoque u otro, figuran en la mayor parte de los trabajos en la materia.

Sin duda, **el conocimiento de los mencionados factores influyentes es una pieza clave** para valorar el control de calidad. De tal modo, para llegar a ellos, nos fijamos dos etapas de trabajo:

1. En el presente capítulo **se recopilan los principales factores** señalados por las fuentes especializadas.
2. En la Etapa Analítica de la tesis (Cap. 7) nos acercaremos de nuevo a esta recopilación para realizar un tratamiento que permita a los factores conformar **una de las puertas de entrada de nuestro modelo**.

### 5.2.1 Recopilación de factores en la bibliografía

Para definir un conjunto de factores que justifiquen su influencia sobre el control debemos basarnos en el respaldo que otorgan fuentes acreditadas. A priori, el conjunto de textos que aportan referencias destacadas para la calidad y su control es muy numeroso. Con el fin de conseguir un mejor resultado, se decidió delimitar el trabajo de **recopilación de factores** a lo publicado en las últimas décadas por **destacados autores** relacionados con el control de calidad del sector español de la edificación.

El motivo de acotar nuestras fuentes es doble; por un lado la afinidad y relevancia de las mismas en relación con el objeto de nuestra investigación y por otro circunscribir a un periodo de tiempo y entorno geográfico que pueda ofrecer una perspectiva adecuada de la situación actual.

Hemos tenido especialmente en cuenta los autores citados en los programas de las **asignaturas de Calidad** de los principales planes de estudios de Grados Universitarios que dan acceso a la profesión de Arquitecto Técnico, siendo reseñable la abrumadora coincidencia entre las fuentes recogidas en ellos.

En cualquier caso, estamos hablando de una extensa bibliografía cuyo estudio ha constituido una importante labor de documentación. Hemos tratado de contemplar el máximo de lo redactado, en relación con la materia en cuestión, por los principales nombres que cumplen con el perfil detallado.



Tras un minucioso análisis del amplio conjunto de información seleccionada, hemos abordado la ardua tarea de sintetizar lo sustancial para nuestros objetivos, realizando un resumen **por cada fuente** en cuanto a su punto de vista sobre los **factores** condicionantes del control de calidad en edificación, **desde un punto de vista técnico y organizativo**.

### **García Meseguer**

Álvaro García Meseguer (1934-2009), Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, profesor de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), fundador de la sección de construcción en la Organización Europea para la Calidad (EOQC) y presidente de la sección de construcción de la Asociación Española para la Calidad (AEC).

La rigurosidad, claridad y extensión con la que este autor ha tratado el control de calidad en España dentro de su nutrida obra hace que sea difícil discriminar alguna de sus valiosas ideas en relación con los aspectos determinantes de la calidad.

No obstante lo fundamental de su doctrina en relación a nuestra selección viene dado por dos ideas que destaca recurrentemente en sus publicaciones desde hace décadas.

#### **A.- Organización del control.**

El autor propone el doble mecanismo, ya citado en el capítulo de introducción a la Tesis, que ha marcado la concepción del control contemporáneo, distinguiendo entre:

- **Control de Producción:** Control interno ejercido por cada sujeto en su ámbito de actuaciones.
- **Control de Recepción:** Control que ejerce el receptor del elemento realizado en la actividad anterior. Se trata por tanto de un control externo.

La suma de ambos constituye el control de calidad en su concepción completa. Las relaciones entre los dos van a marcar las distintas modalidades de control posibles, siendo decisiva una combinación suficiente para dotar de utilidad al proceso completo.

García Meseguer complementa el modelo con un análisis sobre la situación de los sujetos intervinientes en relación con el control, en la que además de detallar las funciones de los agentes, realiza las siguientes afirmaciones:

- ***“La forma de contratación: Condiciona de origen la calidad final.”***
- ***“La normativa: Constituye la base técnica de referencia para definir y comprobar calidad”.***

Profundiza en la organización del control para cada fase de la construcción y relaciona éste con los fallos a través de **las estadísticas de orígenes de fallos en diferentes países**. La conclusión es clara:

- “La cuota de responsabilidad que cada fase del proceso tiene en los fallos acaecidos es inversamente proporcional al grado de control ejercido en dicha fase”. En su relevante libro de 2001<sup>5</sup> sentencia además: “A mayor y mejor control menor número de fallos”.

#### B.- Garantía de calidad.

Una vez definido el proceso constructivo en España a través del modelo del pentágono, el autor propone un mecanismo de funcionamiento del conjunto contando con herramientas de gestión de la calidad como la garantía de calidad.

Para definir el sistema de garantía de calidad de forma paralela al pentágono, se parte de las cinco fases del proceso de construcción, estableciendo cinco medios para conseguirla y cinco aspectos principales donde se engloba el sistema, formando una interrelación reflejada en la figura 5/03.

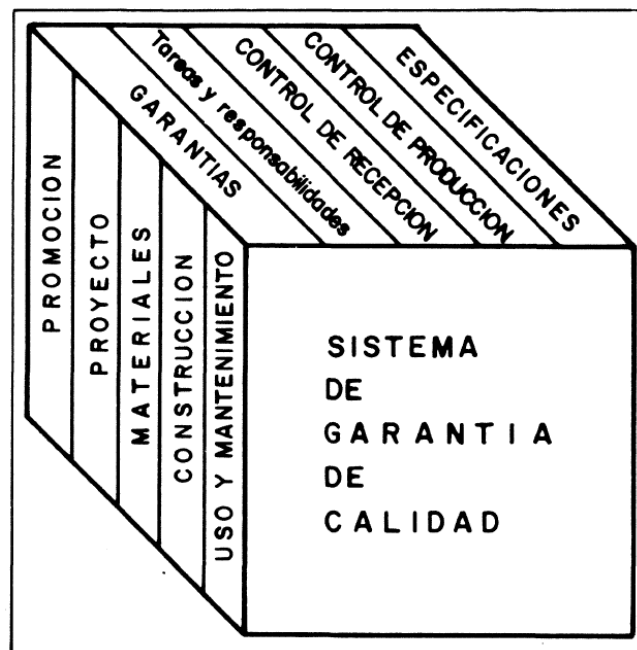


Fig. 5/03. Sistema de Garantía de Calidad

Fuente: Álvaro García Meseguer

<sup>5</sup> Se trata del tomo titulado “Fundamentos de Calidad en Construcción” que Meseguer publica en 2001, catalogada como obra maestra en la materia, según numerosas voces.

En cuanto a las cinco fases, el autor define las características de cada una, resaltando algunas generalidades con respecto al control:

- Planeamiento y Proyecto. Son abordados como dos etapas más y por tanto con las mismas consideraciones que las tradicionales de obra.
- Materiales, que serán el objeto principal del **Control de Producción**, actividad muy acentuada por el autor como garantía de los productos y que examina extensamente en su obra, incluyendo tratamiento específico para el hormigón y sus componentes.
- Ejecución, donde se verifica el Control de Producción y se desarrolla **el de Recepción**.
- Mantenimiento, donde la pieza básica es la documentación final de obra incluyendo el Manual de uso y Mantenimiento, a tenor de lo dispuesto en las etapas anteriores.

Seguidamente, los cinco medios de la cara superior del cubo están ligados a las cinco acciones que Meseguer hace necesarias para conseguir la calidad:

- **Definirla, es decir fijar las especificaciones** de la calidad que pretendemos alcanzar en los productos.
- Producirla. Unidas a las especificaciones, deben existir **procedimientos que regulen la forma de ejecutar** cada unidad.
- Comprobarla, mediante la aplicación del proceso de Control de Producción.
- Demostrarla, llevando a cabo su complemento, el Control de Recepción.
- Documentarla, con la existencia de documentación y archivo.

Del planteamiento de aspectos generales de la garantía de calidad destacan dos grupos de factores principales a los que debemos atender al tomar las medidas de cumplimiento del sistema:

- Factores Humanos: Donde estarían los aspectos personales, organizativos y de gestión, incluyendo también y de forma especial **la motivación** por ser *“la característica que más influye en el resultado del trabajo”*. De hecho en uno de sus afamados libros para docencia en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)<sup>6</sup>, define la calidad de una tarea como el producto de varios ingredientes; medios, conocimientos, comunicación y **motivación**, siendo este último el de mayor exponente.

---

<sup>6</sup> García Meseguer, A. ; 1997. Hormigón Armado 1. (UNED).

- Factores técnicos: se trata de aspectos técnicos para tomar medidas en esta línea. Como conclusión relacionada G. Meseguer subraya que la calidad no significa sólo comprobar “a posteriori”, en clara alusión a la importancia del **control de producción** de cada fase y remarcando también la extrema importancia de **documentarlo**.

En este punto es destacable el tratamiento amplio que sobre **técnicas y modos de control** se realiza en muchas de sus publicaciones, información que nos será útil a lo largo de nuestra investigación.

### **Antonio Garrido**

Antonio Garrido Hernández (1950) Arquitecto Técnico, Licenciado en Filosofía y Doctor por la Universidad de Murcia. Actualmente es Director de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación de la Universidad Politécnica de Cartagena.

En sus diversas obras pone de manifiesto una gran afinidad con nuestra investigación. Su visión como Arquitecto Técnico, docente e investigador en la materia le hace ser un referente constante para esta Tesis. Además su forma directa, bien documentada y cercana a la realidad profesional española, ayudan a primar sus ideas.

Podemos destacar en primer lugar un trabajo ajustado al presente capítulo de la tesis, donde se recoge además una síntesis de los aspectos clave en cuanto a calidad en la edificación. Se trata de la ponencia titulada “**Calidad en la edificación. Estado del arte**”, presentada a la Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica (CONTART) en su cuarta edición, celebrada en Valladolid en 2006. Aunque la visión del escrito es tan amplia como todo el sector, se sintetizan de forma concisa muchos de los puntos de vista sobre calidad y control que el autor ha venido exponiendo en sus obras:

- En cuanto al alcance del término calidad, se formula éste como cumplimiento gradual de tres tipos de requisitos: **reglamentos, contratos y normas** propias de la empresa.
- Se destacan los avances en materia de **certificación** (incluyendo la ISO 9001).
- Figura un resumen de adelantos en **criterios estadísticos para estimadores de control** (sólo para hormigones).
- Las herramientas para la calidad son resaltadas en cuanto a la aplicación de los sistemas de Gestión de Calidad en empresas, sin embargo se señalan las omisiones en cuanto a su complemento con herramientas de control para **límites de tolerancia**.
- Subraya la aparición constante de **nuevas técnicas y tecnologías**.

- Denuncia la falta de fluidez en la información sobre **reclamaciones** y las contradicciones en cuanto a estimación de sus costes.
- Cuestiona la fuerza **motivadora** del mensaje sobre calidad.
- Finalmente refleja unos objetivos del sector, cuya relación con la calidad incide sobre lo ya citado y añade la necesidad de **retroalimentación de acciones**.

Muchas de sus obras mantienen abundantes referencias útiles para nuestra investigación, destacando también su libro titulado *“El libro del Director de la Ejecución de la obra”*<sup>7</sup>, el cual abunda en muchos de sus capítulos sobre materias de calidad y control. Asimismo su cuaderno sobre Aseguramiento de la Calidad publicado por el ICCE<sup>8</sup> o su libro sobre Gestión de Calidad en la Arquitectura Técnica<sup>9</sup>, son textos con gran riqueza de contenido en esta disciplina.

Podemos remarcar cuatro momentos que Garrido distingue del control de calidad:

- **Definición de Especificaciones.** Es uno de los aspectos que deben cumplirse para alcanzar la calidad. Dichas especificaciones están compuestas por la designación de productos o procesos y las características de los mismos. Para su definición hay que atender a las normativas y reglamentos donde se recogen las mismas, lo cual conduce a realizar determinadas comprobaciones a los materiales o sistemas (obligatorias o voluntarias). Se hace alusión a la directiva de productos de construcción, que constituye la base de la reglamentación actual para exigencias documentales de los productos de construcción.
- **Planificación.** Está conformada por las actividades que delimitan de lotes de control, el tamaño de las muestras y **los criterios de muestreo**. Su trabajo en la Comisión Permanente del Hormigón<sup>10</sup>, le acreditan como perfecto conocedor de las técnicas estadísticas de muestreo desarrolladas por este órgano oficial.

---

<sup>7</sup> Garrido Hernández, A (2004). *“El libro del Director de la Ejecución de la obra”*. Una de las obras en la materia que cuenta con mayor número de citas relacionadas.

<sup>8</sup> Nos referimos al cuaderno editado por las llamadas Instituciones Colegiales para calidad en la Edificación (ICCE) en 1995 que Garrido Hernández titula *“Aseguramiento de la calidad en la construcción”*.

<sup>9</sup> Garrido Hernández, A.; Montero Fernández de Bobadilla, E.; (2008). *Gestión de la calidad en la arquitectura técnica*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

<sup>10</sup> La comisión permanente del Hormigón (CPH) es el órgano interministerial español que tiene como cometido, entre otros, la elaboración de la instrucción EHE.

- **Comprobación.** Por un lado están las **comprobaciones documentales** de controles internos realizados por los fabricantes y suministradores (certificados, marcados, etc.) y por otro las **comprobaciones experimentales** (ensayos y pruebas).
- **Decisión.** Se trata de la parte del control que determina la **aceptación o rechazo** de materiales o procesos.

Por último citamos de nuevo el libro sobre el Director de Ejecución, donde Garrido trata ampliamente el papel que posee cada uno de los agentes derivados de la LOE en el proceso edificatorio. Al contemplar a los controladores (laboratorios, entidades de control y OCT) se propone como cuestión relevante **quién debe abonar los honorarios del control.**

### **José Calavera.**

José Calavera Ruíz (1931), Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Catedrático de Universidad en la Universidad Politécnica de Madrid, fundador, director y actual presidente de honor del Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC), empresa incluida en la relación del apartado 4.2.

Desde la dirección del citado Instituto, una de las organizaciones de control más prestigiosas de nuestro país, así como en su faceta docente e investigadora Calavera ha contribuido de forma excepcional al desarrollo del control de calidad en España en las últimas décadas.

Su extensa obra es especialmente enriquecedora en el conocimiento de las estructuras de hormigón armado y sus componentes, materia en la que ha centrado la mayoría de sus investigaciones y trabajos.

No abundan publicaciones específicas fuera de esa disciplina, destacándose algunos artículos como el titulado *“Calidad y Control”*<sup>11</sup> o los capítulos del veterano libro *“La Calidad en la Edificación”*<sup>12</sup>, donde plasma algunos de los postulados que ahora extractamos. No obstante, dentro del bosquejo escrito sobre hormigón armado, Calavera hace diversas alusiones a factores determinantes del control, que también se entresacan para redactar este apartado.

El esquema de sus proposiciones queda como sigue:

---

<sup>11</sup> Calavera J. Calidad y Control. 1999. Revista Ingeniería Civil.

<sup>12</sup> Calavera J. et al.; 1984. La calidad en la edificación.

- **Especificaciones técnicas.** El autor piensa que la introducción de un material en un proyecto *“debe efectuarse siempre asociado a una serie de características técnicas que debe cumplir el mencionado material”*.<sup>13</sup> Más adelante menciona especialmente las especificaciones para idoneidad de los materiales nuevos, no regulados.
- **Las referencias normativas (voluntarias) y la reglamentación técnica (obligatoria)** se marcan como principales bases a las que los responsables técnicos deben acudir para marcar después los requisitos exigibles. En cuanto a la regulación obligatoria propone ampliar su objetivo para marcar criterios específicos de calidad.
- **Criterios de aceptación y rechazo.** Como continuación del factor anterior, se subraya la necesidad de poseer criterios de aceptación y rechazo apoyados en las especificaciones técnicas o en su caso, en pruebas de contraste.
- **Garantía para el usuario.** En relación con la calidad, el autor suele plantear la perspectiva del usuario y sus riesgos, como participante que en general no toma decisiones en el proceso constructivo. Los riesgos del usuario deben ser minimizados mediante la toma de decisiones basada en la planificación del control y **el muestreo mediante estudios probabilísticos**.
- Publicado en 1994, su artículo *“Aspectos humanos y psicológicos de la implantación del control de calidad en construcción”* es un tratado sobre la influencia de los factores relacionales entre las personas, **en la implicación dentro de su trabajo y en su papel con los demás participantes**.
- **Control de Producción y Control de Recepción.** Su planteamiento en estos conceptos es similar al que realiza García Meseguer, distinguiendo entre el control interno del fabricante para demostrar el cumplimiento de requisitos y el control de comprobación en recepción, coordinado con el anterior.
- **Distintivos de Calidad:** Se destaca en sus publicaciones la importancia de las marcas de calidad y la certificación, bien sea de productos, de sistemas, o medioambiental, **como aval del elemento certificado**. Defiende también las posturas incluidas en las diversas ediciones de la EHE, donde la existencia de distintivos reconocidos implica un tratamiento con mayor garantía de utilización.  
En cualquier caso hace hincapié en la necesidad de contar con la objetividad del certificador, que luego defiende a través de la acreditación.

<sup>13</sup> Calavera J. et al.; 2004. Ejecución y control de estructuras de hormigón. Capítulo 18.

- También relacionado con la objetividad, Calavera señala como factor básico del control **la independencia de la entidad de control**, recomendando que el abono del control de calidad de una obra se realice directamente por la Propiedad.
- Como miembro o colaborador de diferentes comités nacionales e internacionales sobre regulación del hormigón, es coautor de **todo el trazado sobre tratamiento de control de calidad** de este material, que tiene su más cercano referente en la instrucción EHE.

### **La norma UNE-EN-ISO 9001: 2008.**

La norma española UNE-EN-ISO 9001 de 2008 sobre requisitos de los sistemas de gestión de la calidad, que hemos abordado en el apartado 4.1.2, aporta también numerosos conceptos en la línea que seguimos.

En su apartado inicial de generalidades la norma cita los puntos que influyen en la implantación de un sistema de gestión de la calidad en una organización, destacándose.

- Los riesgos asociados al entorno de la organización.
- Los procesos que emplea.

Asimismo se cita la aplicación con carácter general de la metodología del círculo de Deming: **Planificar, Hacer, Verificar y Actuar**.

Todo ello queda reflejado en el articulado, concretándose en:

- Un apartado exclusivo (numerado como 5.4 en el texto normativo) dedicado a **la planificación**.
- Mención específica a la **toma de conciencia de los recursos humanos**.
- **La verificación del diseño, el desarrollo y los cambios**, como partes fundamentales del control de los procesos.
- La necesidad de determinar **los criterios de aceptación** del producto, que afecta tanto al comprado como al generado por la organización.
- **La evaluación y verificación** de los productos suministrados.
- **La retroalimentación del cliente y la mejora continua** como instrumentos que dotan de eficacia al sistema de calidad.



### **Merchán Gabaldón.**

Faustino Merchán Gabaldón (1951), Doctor Ingeniero Aeronáutico, profesor de la Universidad Politécnica de Madrid y Director de obras en AENA<sup>14</sup>, posee una prolífica obra en la que ha tratado en profundidad el control de calidad en construcción.

Sus textos trasladan la experiencia en materia de calidad en construcción y su gestión desde el punto de vista de la ingeniería, lo que supone un aporte valioso en el panorama de los agentes participantes del proceso.

Su libro titulado *“Manual de control de calidad total en la construcción”*, que ha ido actualizándose en diversas ediciones (1996-2000), aborda gran parte de los temas relacionados con nuestra Tesis, con un enfoque completado en otras publicaciones como *“Manual para la dirección de obras”* (2000), *“Manual para la dirección integrada de proyectos y obras”* (1999) o *“Manual para la aplicación de la Ley de ordenación de la edificación”* (2000).

La visión del autor sobre factores condicionantes del control puede sintetizarse en:

- Factores de selección. Para la selección de un modelo de gestión o aseguramiento de calidad para un producto o servicio considera esenciales los siguientes factores:
  - Complejidad del proceso de diseño.
  - Madurez del diseño (**experimentación previa**).
  - Complejidad del proceso de producción.
  - Características del producto o servicio (**especificaciones**).
  - Seguridad del producto o servicio (**probabilidad de fallos**).
  - Consideraciones económicas.
- **Especificaciones.** La importancia de las especificaciones en construcción es destacada como esencial desde tiempos antiguos. El autor traslada la cita bíblica sobre las especificaciones divinas dadas a Noé: *“Hazte un arca de maderas resinosas, divídela en compartimentos y las calafateas con brea por dentro y por fuera. Hazla así: trescientos codos de largo, cincuenta de ancho y treinta de alto, harás en ella un tragaluz y a un codo de éste acabarás el arca por arriba; la puerta la haces a un costado: harás en ella un primero, un segundo y un tercer piso”*.

---

<sup>14</sup> AENA S.A. (Aeropuertos Nacionales y Navegación Aérea S.A.) es una sociedad estatal que gestiona la totalidad de los aeropuertos y helipuertos españoles de interés general.

A consecuencia de ello, el autor recoge con frecuencia en su obra el tratamiento de las especificaciones, destacando dentro de éstas la importancia de los requisitos técnicos contractuales. Subraya la relevancia de fijar en el momento de la contratación, aquellos requerimientos técnicos necesarios para que el trabajo se ejecute satisfactoriamente, dividiéndolos en:

- Especificaciones de materiales y mano de obra.
- Especificaciones de compra o adquisición de materiales.
- Especificaciones de operación.

Además Merchán define el término “estándares de referencia”, como especificaciones relacionadas con la calidad del producto, fijadas por reglamentación u otras fuentes.

- **Retroalimentación.** La mejora continua y la reingeniería de procesos. Aunque mantiene diferencias en cuanto a sus objetivos, figuran en los textos del autor como fuente de retroalimentación para alcanzar la calidad en el seno de una empresa de construcción.

En ámbito más genérico, varios de sus libros tratan el análisis de riesgos en clara alusión a la mentalidad de aprendizaje de errores para minimizar fallos futuros.

Con todo ello se afianzan los conceptos de **experimentación previa de productos** y la estimación de la **probabilidad de fallos**, que él mismo ha señalado dentro de los factores de selección para la gestión de la calidad.

- **Técnicas de control.** Merchán parte siempre de una visión de la verificación como parte preventiva de la calidad, con un planteamiento idéntico al ya visto de García Meseguer mediante división en Control de Producción y Control de Recepción.

A partir de aquí desarrolla las evaluaciones para el control de materiales o ejecución, estableciendo planes de supervisión, control y vigilancia. También se destaca el papel de la **conformidad de productos** a través de marcas y sellos.

### ***La Asociación Española para la Calidad.***

La Asociación Española para la Calidad, más conocida por sus siglas “AEC”, fue fundada en 1961 como entidad de promoción del control de calidad en todos los sectores productivos y ha evolucionado hasta convertirse en un símbolo para el fomento de la cultura de la calidad, como instrumento de competitividad y desarrollo sostenible de las empresas

La asociación posee en su organigrama una sección de construcción cuyos trabajos inciden directamente en el sector.

En 2001 dicha sección publica un texto muy relevante en relación con nuestra materia de investigación, es el libro titulado *“Calidad en la Construcción: las cosas claras”*. Pese a ser un texto veterano que no ha sido actualizado con posterioridad (procede de una serie de análisis periódicos anteriores), se ha convertido en un referente de análisis en este asunto. Está redactado con una acertada perspectiva, contando ya con la LOE en vigor, lo cual hace que sus conclusiones sean plenamente de aplicación en la actualidad.

A partir de este texto y otras referencias complementarias, las aportaciones esenciales afines a la Tesis pueden resumirse en:

- Aspectos críticos de los agentes participantes en el proceso: Este apartado del libro está dividido en análisis por intervinientes, siendo importante la inclusión de la Universidad y **los Certificadores** dentro de éstos.

En cuanto a Entidades de Control de Calidad y Laboratorios se les reprocha **la falta de independencia derivada de su contratación por parte del agente controlado** (normalmente el constructor).

- Decálogo crítico: Como resumen de autocrítica en el sector se propone un decálogo crítico que incide en aspectos como la falta de implicación en la Calidad de la alta dirección de las organizaciones.

También recoge una mayor necesidad de **innovación tecnológica**, la necesaria coordinación del **control de producción y de recepción**, y la **necesidad de retroalimentación**.

- Propuestas: Encaminadas a la mejora del sector y que derivan de algunas ideas ya expuestas en el decálogo, por ejemplo, a tenor de la denuncia sobre carencia de implicación de la alta dirección, se propone ir más allá con actividades para **el compromiso con la Calidad de las personas implicadas** (resulta curiosa la coincidencia con lo expuesto por Deming hace décadas<sup>15</sup>).

Además plantea llevar a cabo una **planificación de todo el proceso**, que parta del promotor como iniciador de las operaciones, afectando a los demás agentes. Alude a la idea de tener conocimiento previo para anticiparse a los problemas.

---

<sup>15</sup> La implicación de todos para transformar las organizaciones y conseguir la calidad es uno de los 14 puntos para el tratamiento de salida a la crisis que Deming formula en diversas publicaciones.

### ***Consideración complementaria del equipo de investigación***

Como consecuencia de los argumentos expuestos, y a partir de los conocimientos del elenco de fuentes competentes referenciado, podemos sumar alguna consideración nacida **al condensar algunas de las ideas tratadas**. Así en nuestro equipo de trabajo entendemos que es posible derivar un concepto adicional en la línea de los factores condicionantes del control.

Lo recogido en los puntos precedentes señala al análisis de las reclamaciones de usuarios y en general a toda la retroalimentación (entendida como estudio de todos los fallos cometidos) dentro de los puntos principales a considerar para el periodo de vida útil del edificio, es decir, la etapa donde el objetivo es mantener prestaciones y condiciones óptimas de uso.

Este postura se abraza de manera inequívoca a la **sostenibilidad en la edificación**, materia que conduce al grupo de investigación donde está adscrita la Tesis, cuya trascendencia queda avalada por diversos trabajos de investigación y en particular por los relacionados con la vida útil, tal como detallábamos en el capítulo para Justificación del Tema elegido (Cap. 3).

En este sentido hemos considerado oportuno abundar en esta capacidad de mantener la funcionalidad constructiva, que Monjo denomina **durabilidad**,<sup>16</sup> la cual repercute en el control a través del mencionado proceso de retroalimentación, pero también por medio del análisis de **la vulnerabilidad de elementos**, es decir, se debe contemplar la exposición de una unidad ante las acciones y solicitudes que le afectarán a lo largo del tiempo como un factor que determina los controles a aplicarle.

El citado autor avala esta idea al **definir la vulnerabilidad** *“como conjunto de debilidades (procesos patológicos posibles) que presenta un elemento constructivo al quedar expuesto a las acciones exteriores previsibles durante su vida útil.”*

Al estudiar la vulnerabilidad de los diferentes elementos que componen el edificio, avanzamos también en cuanto a visión preventiva, pudiendo adaptar las actividades de inspección a su expectativa de fallo. De hecho el **factor vulnerabilidad** o probabilidad de disfunción se basa en los resultados de análisis de riesgos, centrados en los condicionantes del funcionamiento del edificio durante su periodo útil. Como hemos comentado, ya inducen a este concepto las ideas de varias de las fuentes antes desarrolladas.

En consecuencia la vulnerabilidad de elementos aparece, junto a la retroalimentación, claramente conectadas al objetivo global de durabilidad del edificio, que debe influir directamente en los planteamientos del control.

---

<sup>16</sup> Según Monjo Carrió en su artículo *“Durabilidad vs Vulnerabilidad”* (2007) la durabilidad es *“la capacidad que cada componente tiene de mantener su funcionalidad constructiva”*.

### 5.2.2 Resumen de factores según las fuentes

El conjunto de las ideas expuestas por las fuentes destacadas arroja un mapa resumen de factores condicionantes del control de calidad con abundante sintonía, que hemos sintetizado en la siguiente tabla.

	Forma de contratación	Independencia del controlador	Normativa de referencia	Especificaciones y tolerancias	Criterios de aceptación o decisión	Análisis de fallos y reclamaciones	Retroalimentación	Motivación e implicación	Coordinación entre controles	Certificación y marcados	Técnicas y sistemas de control	Planificación y muestreo	Nuevas tecnologías	Vulnerabilidad de elementos
Meseguer	✓		✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓		
Garrido		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Calavera		✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓		
ISO 9001					✓		✓	✓	✓			✓		
Merchán				✓		✓			✓	✓	✓			
AEC		✓					✓	✓	✓	✓		✓	✓	

Tabla 5/02. Resumen de factores recopilados a partir de las fuentes consultadas

## 5.3 Síntesis del Estado del Arte

Una vez concluida la visión del entorno para la cuestión que abordamos, procedemos a resumir sus coordenadas de orientación, las cuales nos marcarán la dirección de las siguientes fases de la Tesis.

El **Estado del Arte** referente a nuestro trabajo parte de los fundamentos establecidos por los **Marcos de Referencia** del capítulo anterior, los cuales hemos querido anclar en dos apartados complementarios que recogen lo **teórico** (normas) y lo **experimental** (entidades y organismos de control), siguiendo la impronta marcada para fundamentar investigación. Se dibujan así las líneas maestras del ámbito prescriptivo y del panorama de recursos que nos afectan.

Esa dualidad de teoría y práctica también ha estado presente en el capítulo actual, donde la exposición de las **técnicas básicas** de control de calidad, por un lado, y la riqueza del **pensamiento especializado** que nos muestra factores de influencia, por otro, configuran dos de las caras indispensables en **la formulación analítica** a desplegar a partir de este momento.



## **6. METODOLOGÍA.-**



## 6 METODOLOGÍA

### 6.1 Planteamiento

#### 6.1.1 Encuadre metodológico histórico

El establecimiento de un modelo para control de calidad nos lleva en primer lugar a realizar una mirada histórica sobre los tratamientos formulados en este campo.

Apoyándonos en los términos y referencias expuestas en el capítulo de Introducción a la Tesis, así como en los esquemas planteados por Ruiz Rey<sup>1</sup> y Tarí Guilló<sup>2</sup>, podemos sintetizar la evolución de los principales hitos en cuanto a metodología aplicada al control de calidad en nuestro entorno geográfico, resumida cronológicamente en los siguientes periodos:

- **Edad media - S XVIII:** Producción eminentemente artesanal. Se caracteriza por una tecnología escasa y productos únicos o singulares.  
El control lo realiza el propio artesano a instancias de lo solicitado por el cliente, con quien tiene una relación directa. Está basado en su prestigio y propia subsistencia
- **S XVIII y XIX:** Marcado por la revolución industrial en Europa. Se pasa a producir en serie sin contacto previo con el cliente, quien aparece cuando el producto ya está realizado. Los objetivos están más centrados en la cantidad de unidades que en la calidad de éstas.  
Surge la necesidad de vigilar tareas, por lo que se van diversificando funciones del personal y asignando recursos a estas actividades.
- **Final del S XIX y primeras décadas del S XX.** A tenor de las teorías de administración científica de Taylor<sup>3</sup> surge la fabricación en cadena y se introducen conceptos de optimización.  
El control se circunscribe a la inspección masiva de elementos al final de la cadena.

---

<sup>1</sup> Ruiz Rey, M. A. 2014. Apuntes de asignatura Calidad en la Edificación. Ud temática I. Univ Castilla La Mancha.

<sup>2</sup> Tarí Guilló J. J. 2000. Calidad total: fuente de ventaja competitiva.

<sup>3</sup> Frederick Winslow Taylor (1856-1915) Referenciado en el apdo 1.1 de la Tesis. Creador del “management científico” u organización científica aplicado a la industria del trabajo. Su teoría, llamada habitualmente taylorismo, potenció una transformación decisiva en la estructura industrial de principios del siglo XX, con principios que perduran hasta nuestros días.

- **Segunda guerra mundial.** Incorpora un avance tecnológico en la industria de armamento que se traslada a la civil.  
Existe coincidencia en situar aquí el nacimiento del control de calidad como tal, con las primeras metodologías específicas para muestreo y análisis.
- **Posguerra - Década de los 70.** Marcado por Japón y su innovación en modelos de calidad a partir de lo postulado por Deming.  
Es la época de mayor avance en la materia, donde se pasa de la inspección (actuación a posteriori) a la filosofía de la prevención (planificación a priori).  
Se forja la metodología del aseguramiento y aparece el principio de calidad total, en ambos casos como estrategias integrales hacia la calidad.
- **Últimas décadas.** A partir de los años 80 se extiende por todo el mundo la implantación de la gestión de calidad y la excelencia en las organizaciones.  
En el sector de la edificación la influencia es menor que en otras industrias. Las grandes empresas se habitúan a los sistemas de gestión, pero el control de calidad del proceso de diseño y construcción del edificio sigue afianzado en la inspección.

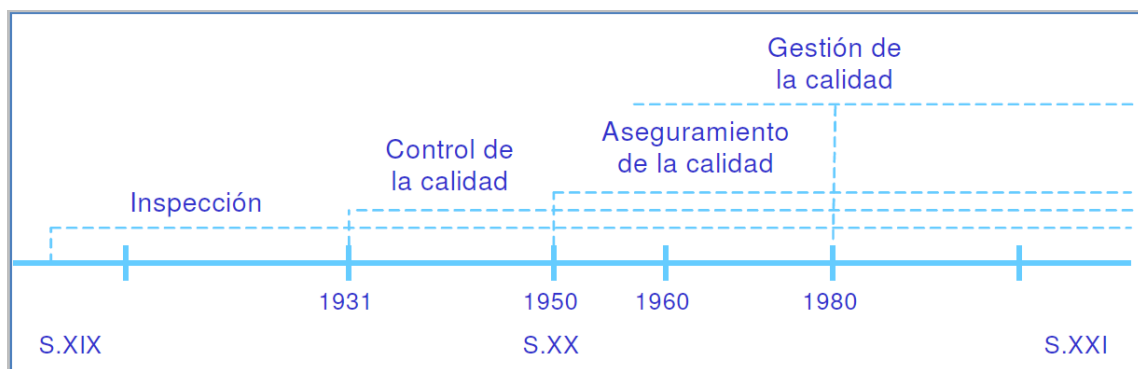


Fig. 6/01. Evolución histórica de los tratamientos de la Calidad

Fuente: Juan José Tarí Guilló

El panorama de tratamientos aportado por la evolución histórica, tiene un reflejo académico que Yepes<sup>4</sup> o Moreno Luzón<sup>5</sup> expresan de forma creciente o escalonada (en la figura 6/02 puede verse su representación gráfica piramidal):

<sup>4</sup> Yepes Piqueras. V. 2014. Blog académico

<sup>5</sup> Moreno-Luzón, M. D. (et al.) 2001. Gestión de la Calidad y Diseño de Organizaciones. Teoría y estudio de casos.

- **Inspección básica.** No hay actitud preventiva ni planificación, sólo detección aleatoria de defectos.
- **Control estadístico.** No hay actitud preventiva pero se utiliza la estadística como técnica de apoyo para tener la producción bajo control.
- **Aseguramiento ó Gestión de la calidad.** Se busca la conformidad mediante un sistema de calidad documental que planifica, establece procedimientos de actividades y registra todo lo realizado. Su fin es organizar todos los procesos de producción y apoyo para prevenir errores. Persigue ofrecer confianza al cliente.
- **Calidad Total.** Trabaja con todos los grupos de interés implicados, directos e indirectos, para operar de forma alineada. Utiliza todos los tratamientos anteriores pero suma también como factor clave la componente humana de los procesos, actuando en el liderazgo, la implicación, el compromiso o el trabajo en equipo, entre otros. Busca la satisfacción del cliente, los participantes y el entorno.



Fig.6/02. Evolución de la Gestión de la Calidad

Fuente: Victor Yepes

### 6.1.2 Enfoque de la metodología seguida

La forma de proceder para llegar a nuestro modelo de control va a ser fruto del análisis, en su sentido científico<sup>6</sup>, y de la experiencia acumulada en el sector, plasmada en la información aportada.

Por un lado partimos de una metodología **empírica-analítica** que marca de forma genérica nuestro trabajo.

De otra parte, una vez vistos los tratamientos surgidos de la evolución histórica, el planteamiento del método está inspirado también en dicha progresión, de forma que compendia diferentes herramientas demostradamente útiles mediante la suma de metodologías aplicadas con acierto a la largo del tiempo, con un paralelismo entre ambas.

En consecuencia nos encontramos ante un desarrollo **con orientación multicriterio**, es decir se utilizan diferentes evaluaciones complementarias para ponderar diversos factores influyentes en el modelo.

Las técnicas concretas que integran nuestra propuesta se extraen de los siguientes planteamientos:

- a. Comenzamos por los tratamientos consolidados, nos centramos en el método “Seis Sigma” descrito en la norma UNE-ISO 13053:2012 y referenciado en el capítulo dedicado al Estado del Arte (apdo. 5.1.2).

Todas las técnicas definidas norma antes citada pueden considerarse suficientemente desarrolladas y actualizadas para sintetizar la experimentación acumulada en cuanto a los niveles de inspección y control.

Dentro de estas herramientas normalizadas y considerando la faceta en la que nos encuadramos, nos decantamos por el sistema denominado **Despliegue de la Función Calidad (QFD)**.

Además su inclusión como técnica de análisis de la información dentro de **la primera fase** del proceso de mejora continua en sistemas de gestión de la calidad (UNE 66178: 2004), corrobora esta hipótesis.

- b. En segundo lugar buscamos aportar una mejora en base a **la experiencia**, incrementando la confianza en el proceso, es decir, aspectos propios de los sistemas de aseguramiento de la calidad (tercer nivel de la pirámide anterior).

El citado método QFD (que describiremos a continuación) es una técnica que combina la ponderación de factores y características del objeto analizado, por

---

<sup>6</sup> Ruíz Limón, R. 2006. Historia y evolución del pensamiento científico: “Analizar significa desintegrar, descomponer un todo en sus partes para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos así como las relaciones entre sí y con el todo. “

lo que tiene un apoyo preciso en **el método Delphi**, definido en la norma UNE-EN 31010:2011<sup>7</sup>. Se trata de un procedimiento para consensuar la información aportada por un grupo de expertos, que en nuestro caso deberá considerar los elementos de entrada al Modelo.

Las citadas entradas se integran dentro de los **fundamentos empíricos** de mayor calado de nuestra investigación, ya que hablamos de:

- **Factores del control.** Aspectos determinantes en el control cuya selección parte del conocimiento aportado por un elenco de fuentes experimentadas. Posteriormente el análisis de nuestro equipo de investigación, ejercitado en la materia, permite definir una propuesta representativa.
  - **Funciones del Control.** Las distintas actuaciones operativas del control actual se obtienen a través de un estudio real del sector representado en 153 expedientes, facilitados por organizaciones de control.
- c. Como complemento de la metodología hemos considerado oportuno trabajar con el factor humano, utilizando **la lógica difusa**, la cual realiza un planteamiento numérico que simula el pensamiento de las personas.

De este modo culminamos la configuración de la metodología con una tratamiento reciente que alinea resultados, y aunque posee distinta naturaleza, actúa del mismo modo que **la calidad total** lo hace en el proceso de búsqueda de la calidad.

Queda patente el enfoque metodológico progresivo, con el paralelismo indicado con los tratamientos escalonados dados para la calidad, expuestos anteriormente. **La figura 6/03 representa la metodología seguida** mediante un esquema que plasma el procedimiento creciente de la analítica desarrollada.

A partir de aquí se realiza una exposición individualizada del fundamento teórico de las tres técnicas definidas, **QFD, Delphi y Lógica difusa** (apdo. 6.2); para continuar con la definición de la **parte empírica** de la Tesis (apdo. 6.3) la cual se desarrollará en el capítulo siguiente dedicado a la Etapa Analítica.

---

<sup>7</sup> UNE-EN 31010:2011. Gestión del Riesgo. Técnicas de apreciación del Riesgo.

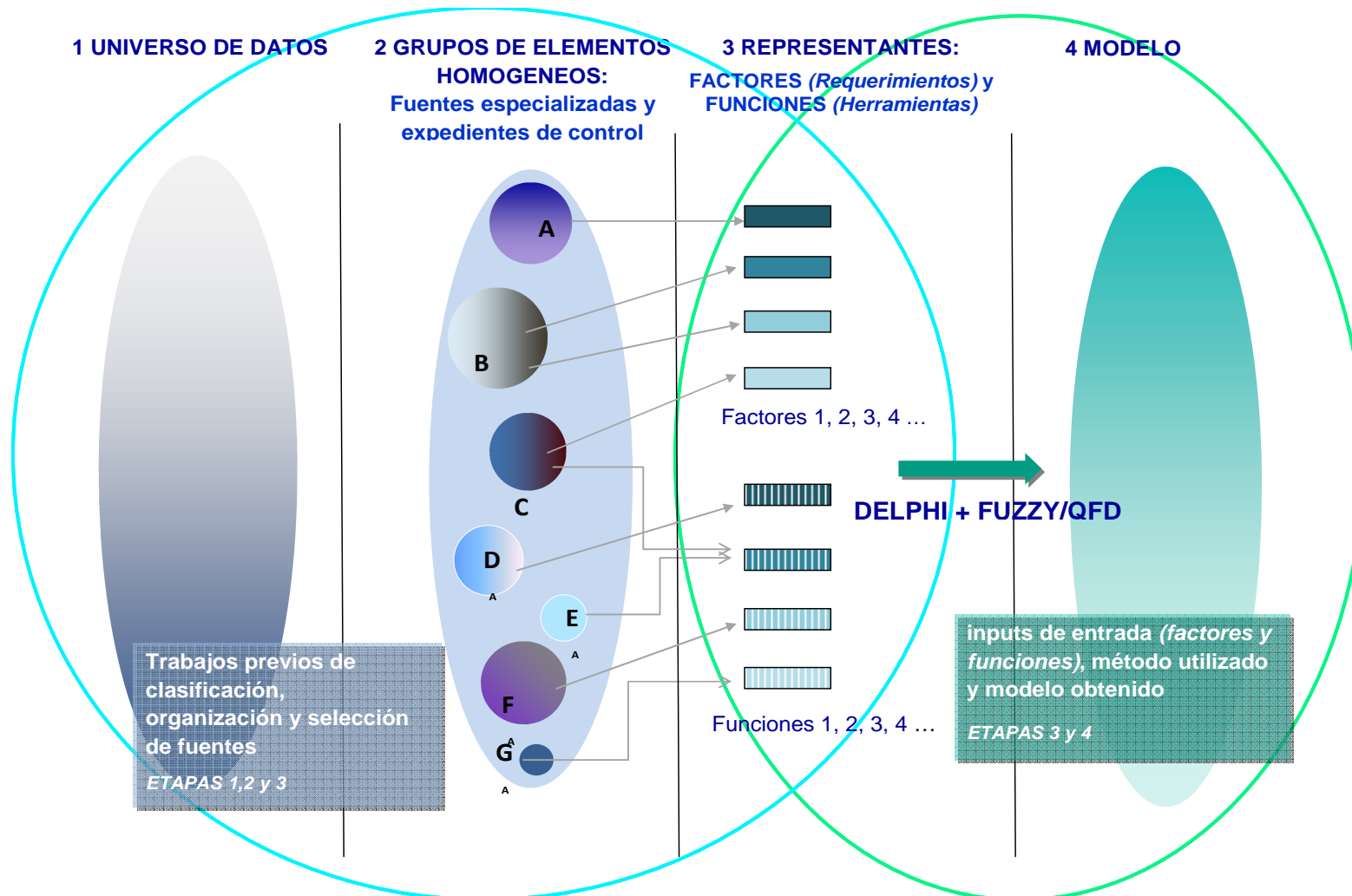


Fig. 6/03. Esquema Metodológico seguido en la investigación.

## 6.2 Fundamentos teóricos

### 6.2.1 La herramienta QFD

La metodología QFD “*Quality Function Deployment*” (Despliegue de la Función Calidad) ha sido referenciada en el apdo. 5.1.2, dentro de las técnicas tradicionales para el control de calidad. **Se trata de una útil herramienta matemática para análisis de productos o procesos en relación con sus expectativas.**

Aludíamos en sus referencias históricas a las aplicaciones, que desde hace más de 40 años, vienen desarrollándose en diferentes industrias como sistema para cuantificar la adecuación de un producto o proceso a las necesidades del cliente.

Se ha descrito su funcionamiento básico, el cual está fundamentado en el análisis y relación de los “Qué” (requerimientos de los clientes o usuarios) y los “Cómo” (características para satisfacer dichos requerimientos). Se materializa mediante una matriz de relación en la que se opera con los conceptos y magnitudes (fig. 6/04).

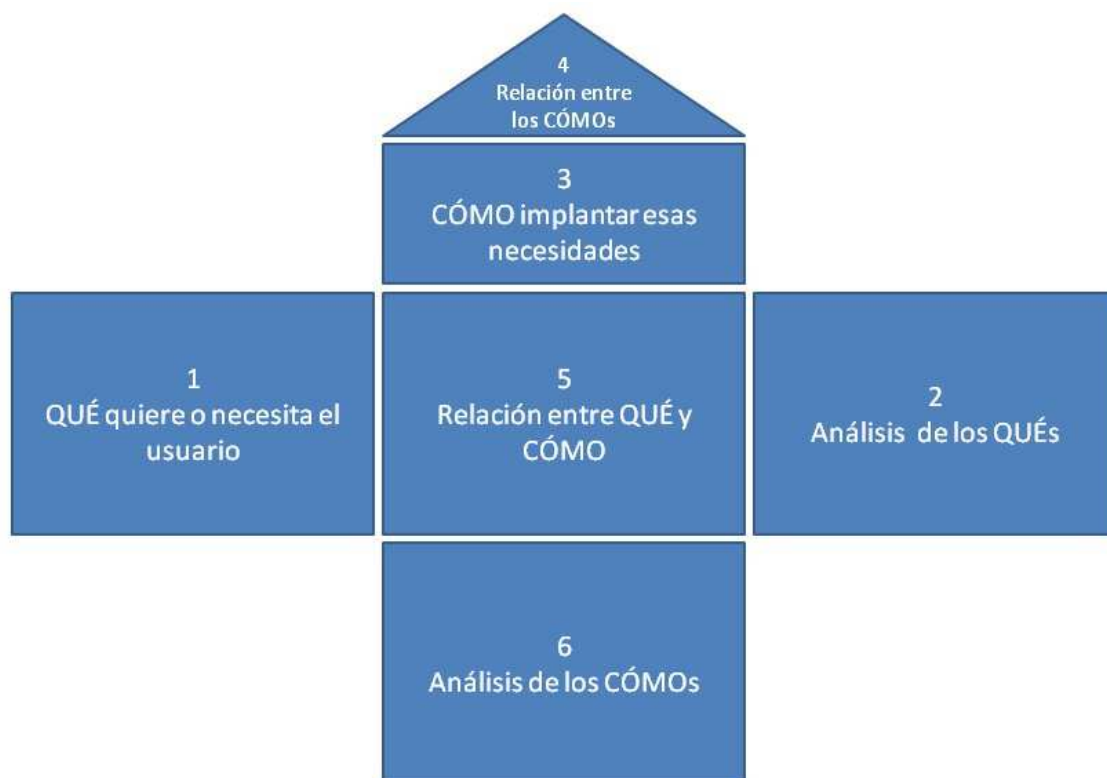


Fig. 6/04. Estructura tipo de una matriz QFD

Fuente: [www.pdcahome.com](http://www.pdcahome.com)

Manteniendo su estructura inicial básica, el QFD presenta numerosas variantes en función de los condicionantes y necesidades que se le plantean, habiendo demostrado a lo largo del tiempo una gran versatilidad.

Yacuzzi<sup>8</sup> nos ilustra sobre la flexibilidad del método, que cuenta con recientes aplicaciones a tenor del desarrollo de su concepto inicial. Así los diferentes tratamientos del QFD se han ido adaptando a nuevos campos, en los que la técnica va incorporando elementos afines a sus objetivos. El autor cita utilizaciones en:

- Planificación estratégica.
- Planificación de programas y empresas.
- Organización productiva y recursos humanos.
- Educación.
- Diseño y mejora de entes públicos.
- Evaluación de Impacto ambiental.

La mejor forma de entender cómo opera este método es **mediante un ejemplo**. Si bien, ante las diversas formas de utilización particular de sus técnicas, lo mejor es exponer un caso sencillo en el que usemos su forma básica inicial como valoración comercial de productos, el cual se detalla **en el siguiente apartado**.

---

<sup>8</sup> Yacuzzi, E. (et al.) 2003. QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos.



## Ejemplo QFD

Supongamos que un fabricante de automóviles utiliza QFD para valorar la aceptación de un nuevo vehículo familiar a comercializar. La metodología a seguir se detalla en los puntos expuestos a continuación, a partir de de la numeración reflejada en la anterior figura 6/04.

### 1. Definir los “Qué”.

Hay que recabar aquellos factores que los clientes esperan encontrar en el coche.

Por simplificar, podemos figurarnos que estos requerimientos (los “Qué”) son;

**Bajo consumo**

**Fiabilidad mecánica**

**Amplitud interior**

**Estética**

### 2. Análisis de los “Qué”.

Este análisis consta de varias etapas

#### - **Ponderación del mercado:**

Es la valoración genérica de los factores requeridos.

Al igual que el resto de valoraciones por realizar, éstas provendrán de expertos, clientes u otras fuentes.

Le otorgaremos una puntuación creciente (1 a 5). Columna A.

	<b>A</b>
	<b>Ponderación del mercado</b>
Bajo consumo	<b>4</b>
Fiabilidad mecánica	<b>5</b>
Amplitud interior	<b>4</b>
Estética	<b>3</b>

- **Valoración de nuestro producto y los competidores.**

Ahora hay que valorar los requerimientos sobre nuestro producto (el coche con las características iniciales previstas) y, si procede, podemos valorar a sus competidores para tener referencias (en este ejemplo hemos elegido dos).

Las columnas B, C y D reflejan los resultados (valoración de 1 a 5).

	A	B	C	D
	Ponderación del mercado	Nuestro coche	1º Coche competencia	2º Coche competencia
Bajo consumo	4	3	4	3
Fiabilidad mecánica	5	3	2	4
Amplitud interior	4	5	4	3
Estética	3	3	2	3

- **Objetivo y Ratio de mejora.**

Tras analizar la ponderación del mercado, de nuestra propuesta de coche y sus competidores, toca fijar los objetivos de mejora que se estimen oportunos.

Se fija el valor (1 a 5) como objetivo que se pretende alcanzar con nuestro coche. Columna E.

A continuación calculamos el “Ratio de Mejora” dividiendo el objetivo entre el valor de mercado para cada requisito. Columna F.

Por tanto, Columna F = Columna E/ Columna A

	A	B	C	D	E	F
	Ponderación del mercado	Nuestro coche	1º Coche competencia	2º Coche competencia	Objetivos de Mejora	Ratio de Mejora
Bajo consumo	4	3	4	3	4	1
Fiabilidad mecánica	5	3	2	4	4	0.8
Amplitud interior	4	5	4	3	5	1.25
Estética	3	3	2	3	3	1

- **Argumento de venta.**

Aspectos en los que nuestro coche se sitúa de manera preferente en el mercado y sus competidores.

Las fuentes utilizadas deben darnos un coeficiente multiplicador que puede ser, por ejemplo; 1 (mal argumento), 1,25 (argumento medio) y 1,5 (buen argumento). Columna G.

	A	B	C	D	E	F	G
	Ponderación del mercado	Nuestro coche	1º Coche competencia	2º Coche competencia	Objetivos de Mejora	Ratio de Mejora	Argumento de venta
Bajo consumo	4	3	4	3	4	1	1.25
Fiabilidad mecánica	5	3	2	4	4	0.8	1
Amplitud interior	4	5	4	3	5	1.25	1.5
Estética	3	3	2	3	3	1	1.25

- **Ponderación global de los “Qué”.**

De forma absoluta se obtiene con el producto:

PONDERACIÓN DEL MERCADO x RATIO DE MEJORA x ARGUMENTO DE VENTA  
(Columna H = Columna A x Columna F x Columna G)

Además de reflejarla en absoluto (Columna H), se expresará como porcentaje relativo con respecto a la suma (Columna I).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Ponderación del mercado	Nuestro coche	1º Coche competencia	2º Coche competencia	Objetivos de Mejora	Ratio de Mejora	Argumento de venta	Ponderación Absoluta	Ponderación Relativa
Bajo consumo	4	3	4	3	4	1	1.25	5	30%
Fiabilidad mecánica	5	3	2	4	4	0.8	1	1,6	10%
Amplitud interior	4	5	4	3	5	1.25	1.5	7,5	45%
Estética	3	3	2	3	3	1	1.25	2,5	15%

- **Orden de importancia.**

Una vez ponderados los requisitos, podemos atribuir un número que representa su orden de importancia. Columna J.

Así finaliza el proceso de obtención del peso de los “Qué”.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Ponderación del mercado	Nuestro coche	1º Coche competencia	2º Coche competencia	Objetivos de Mejora	Ratio de Mejora	Argumento de venta	Ponderación Absoluta	Ponderación Relativa	Orden de Importancia
Bajo consumo	4	3	4	3	4	1	1.25	5	30%	2º
Fiabilidad mecánica	5	3	2	4	4	0.8	1	1,6	10%	4º
Amplitud interior	4	5	4	3	5	1.25	1.5	7,5	45%	1º
Estética	3	3	2	3	3	1	1.25	2,5	15%	3º

**3. Configurar los “Cómo”.**

La tipología de características técnicas presentes en el coche, que inciden en las necesidades del cliente (los “Cómo”), se disponen en la entrada superior de la matriz.

Supongamos que están son:

1	2	3	4	5
Gama de motores	Años de Garantía	Dimensiones	Economía	Variedad de colores

#### 4. Relación entre los “Cómo”.

Esta parte de la matriz, que se dibuja de forma triangular, constituye las posibles relaciones (si existen) que pueden hacer que algunas características de los “Cómo” incidan decisivamente en otras (positiva o negativamente).

Aunque la similitud gráfica de esta parte con un tejado es la que otorga el nombre de “Casa de Calidad” al método QFD, no siempre se dan estos vínculos entre ellas, por lo que frecuentemente no aparece. Además no tiene repercusión directa en los procesos numéricos de análisis posteriores, más allá de la mera información de referencia.

En nuestro ejemplo, así como en nuestro modelo, no procede la consideración de esta fase, por lo que no aparece en las matrices representadas.

#### 5. Relación entre los “Qué” y los “Cómo”.

Es la tabla central que resulta de incorporar los “Qué” y los “Cómo” como entradas.

En cada caso se valora la incidencia del requisito de una fila en sus correspondientes características de las columnas. En el ejemplo hemos utilizado el valor 0 (sin incidencia), 1 (poca incidencia), 6 (incidencia media) y 9 (incidencia fuerte).

	1	2	3	4	5
	Gama de motores	Años de Garantía	Dimensiones	Economía	Variedad de colores
Bajo consumo	9	1	0	9	0
Fiabilidad mecánica	6	9	0	6	0
Amplitud interior	0	0	9	1	0
Estética	0	0	1	0	9

## 6. Análisis de los “Cómo”.

Es el proceso final del QFD, donde sabremos la adecuación de las características a los requerimientos, y podrán tomarse las medidas consecuentes.

Cada valoración del punto 5 antes expuesto (relación “Qué” y “Cómo”) se multiplica por la ponderación relativa de la característica correspondiente (columna I).

La evaluación absoluta final de cada característica será el sumatorio de los productos anteriores correspondientes a su columna (columnas 1 a 5).

Así, en nuestro ejemplo, la característica denominada “*Gama de motores*” tendrá una evaluación final igual al sumatorio del producto de la valoración en su relación con el requisito “*Bajo consumo*” (cuantificada como 9) por la ponderación relativa fruto del análisis realizado a dicho requisito (es decir lo multiplicamos por 30, valor que proviene del 30% de peso relativo); más el producto del requisito “*fiabilidad mecánica*” (valor 6) por su ponderación (10%). El resto de celdas de la columna valen cero, por lo que su resultado sería:  $9 \times 30 + 6 \times 10 = 330$ .

El método se culmina con la evaluación relativa de cada característica o “cómo” (medida en porcentaje sobre la suma de las evaluaciones de todas las columnas) así como con su orden de importancia.

	1	2	3	4	5	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Gama de motores	Años de Garantía	Dimensiones	Economía	Variedad de colores	Pond. del mercado	Nuestro coche	1º Coche competencia	2º Coche competencia	Objetivos de Mejora	Ratio de Mejora	Argumento de venta	Ponderación Absoluta	Pond. Relativa (%)	Orden de importancia
<b>Bajo consumo</b>	9	1	0	9	0	4	3	4	3	4	1	1.25	5	30	2º
<b>Fiab. mecánica</b>	6	9	0	6	0	5	3	2	4	4	0.8	1	1,6	10	4º
<b>Amplitud int.</b>	0	0	9	1	0	4	5	4	3	5	1.25	1.5	7,5	45	1º
<b>Estética</b>	0	0	1	0	9	3	3	2	3	3	1	1.25	2,5	15	3º
<b>Eval Absoluta</b>	330	120	420	375	135										
<b>Eval Relativa</b>	24%	9%	30%	27%	10%										
<b>Orden Importancia</b>	3º	5º	1º	2º	4º										

### 6.2.2 El método Delphi

La investigación sobre factores influyentes y herramientas aplicables para el control de calidad que desarrollamos en la presente Tesis, unida a la utilización del método QFD como técnica de clasificación y ponderación, confluyen en la necesidad de mayor información para validación de los citados inputs.

Se trata de confirmar cuales de los elementos que hemos designado como influyentes y resolutivos, respectivamente, pueden ser incorporados al método sancionados a través de una metodología adecuada.

La falta de datos históricos previos sobre valoración de estos aspectos como constituyentes de un procedimiento de control de calidad, nos hace recurrir al método Delphi con el fin de seguir sus pautas y completar esta etapa del trabajo.

Su nombre está inspirado en el oráculo de Delphos, lugar de consulta a los dioses de la antigua Grecia y fue desarrollado como método de consulta en los años 50 del pasado siglo por investigadores de la compañía norteamericana Rand Corporation, que constituye un laboratorio de ideas y estudios para el ejército y otras instituciones del país. Actualmente queda recogido en la norma UNE-EN 31010:2011, ya citada.

#### Desarrollo del método Delphi

El método consiste en la consulta a un número de expertos relacionados con la problemática específica y previamente elegidos, realizada mediante unos cuestionarios que se suceden en el tiempo con el fin de converger en tendencias y opiniones compartidas.

El método es también llamado grupo de consenso<sup>9</sup>, pues el anonimato de los participantes, que no saben quiénes son los demás miembros del grupo y sólo se comunican con el coordinador, evita influencias de unos con otros y suele llevar fácilmente a aspectos coincidentes.

Ante un procedimiento carente de datos fiables previos, esta metodología nos permite obtener información consensuada sobre los factores y herramientas que forman la base de nuestro modelo.

La técnica Delphi se aplica a nuestra investigación con el fin de valorar el peso de los factores y funciones que conforman la matriz QFD, tal como se desarrollará en la Etapa Analítica (Cap. 7).

---

<sup>9</sup> Eppen, G.D. 2000. Investigación de operaciones de la ciencia administrativa.

### 6.2.3 La Lógica Difusa

La lógica difusa o lógica borrosa (*"Fuzzy Logic"* en inglés) es una metodología introducida en la Universidad californiana de Berkeley por el ingeniero de origen azerbaiyano Lofti A. Zadeh en 1965. Es un tipo de lógica que va más allá de la lógica tradicional y trata de atender a la variada semántica con la que nuestro pensamiento trata determinados conceptos. La información que manejamos y con la que tomamos nuestras decisiones es en gran medida imprecisa, ambigua, incompleta, por lo que este método propone un análisis de las propuestas desde un punto de vista más cualitativo que cuantitativo. Para el tratamiento de esta realidad propone el trabajo conjunto con datos numéricos y términos lingüísticos.

A partir de ahí la lógica difusa se ha ido convirtiendo en **una práctica herramienta matemática para reproducir el comportamiento analítico del cerebro humano**.

El avance en las investigaciones ha permitido introducir aplicaciones útiles en el control y gestión de diversas industrias, sistemas de transporte, etc.

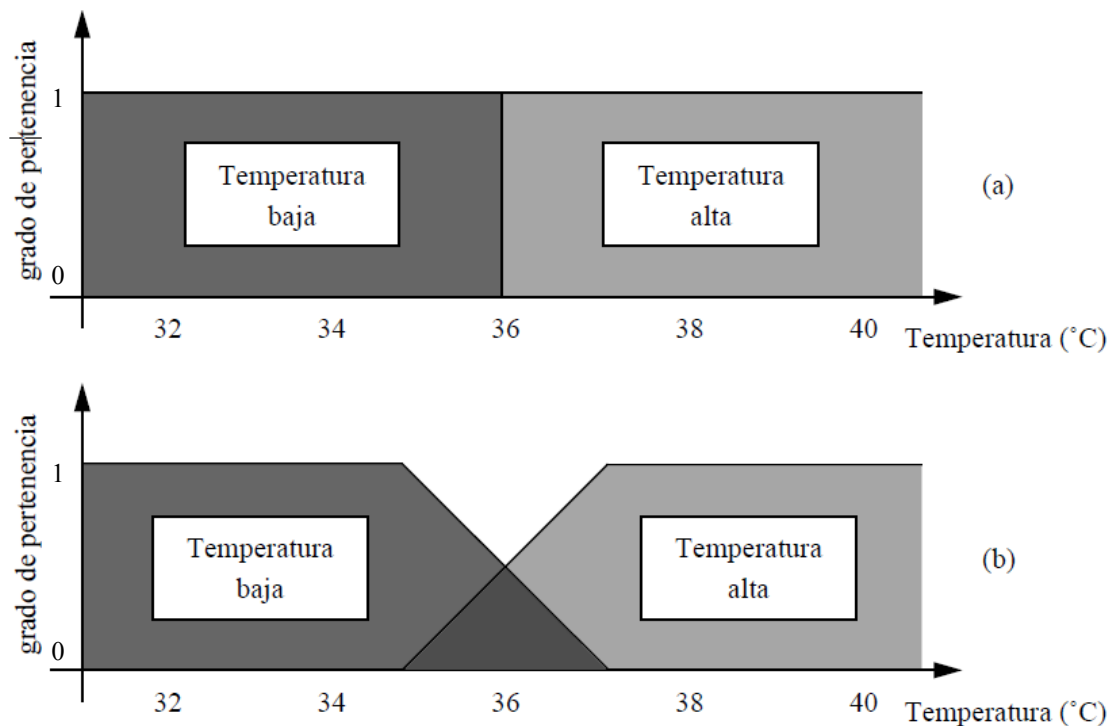
#### Los conjuntos difusos

La primera noción a considerar en esta materia son los conjuntos difusos (*"Fuzzy set"* en inglés), propuestos por el propio Zadeh, como alternativa a la lógica tradicional donde la función de pertenencia de un elemento a un grupo puede ser o no ser, pero no puede hacerse en determinada proporción, como sí establece la lógica difusa. En vez de manejar posiciones con datos claros y precisos (verdadero/falso, bueno/malo, abierto/cerrado, etc.), la lógica difusa establece una gama de evaluaciones intermedias que permiten situarnos en el espectro existente entre los conceptos anteriores.

Si lo trasladamos a magnitudes numéricas nos encontramos con los conjuntos clásicos de lógica binaria, donde asignamos el valor 0 (cero) para designar la no pertenencia al grupo y el valor 1 (uno) para la pertenencia al mismo. En los conjuntos difusos podemos asignar números reales entre el 0 y el 1 que indican un cierto grado de pertenencia del elemento al conjunto.

**Un ejemplo** ayudará a comprenderlo. Si consideramos que la temperatura de un determinado ambiente es alta cuando supera los  $36^{\circ}\text{C}$ , estamos estableciendo dos conjuntos clásicos; el primero lo formaran los valores de temperatura baja ( $<36^{\circ}\text{C}$ ) y el segundo los valores de temperatura alta ( $>36^{\circ}\text{C}$ ). Sin embargo la lógica humana tiende a clasificar de forma más gradual, pues un valor de 35,9 y otro de 36,1 difieren muy poco como para considerarlos categóricamente bajo y alto, respectivamente. La lógica difusa atiende a este razonamiento y crea un solapamiento progresivo entre los diferentes grupos, de tal forma que algunos elementos pueden pertenecer a dos grupos simultáneamente. La figura 6/05 ilustra el ejemplo con sendos gráficos.





**Fig 6/05 Gráficas de pertenencia a conjunto clásico (a) y difuso (b) para tª alta/baja.**

Fuente: Tesis Doctoral Fco. J. Moreno Velo

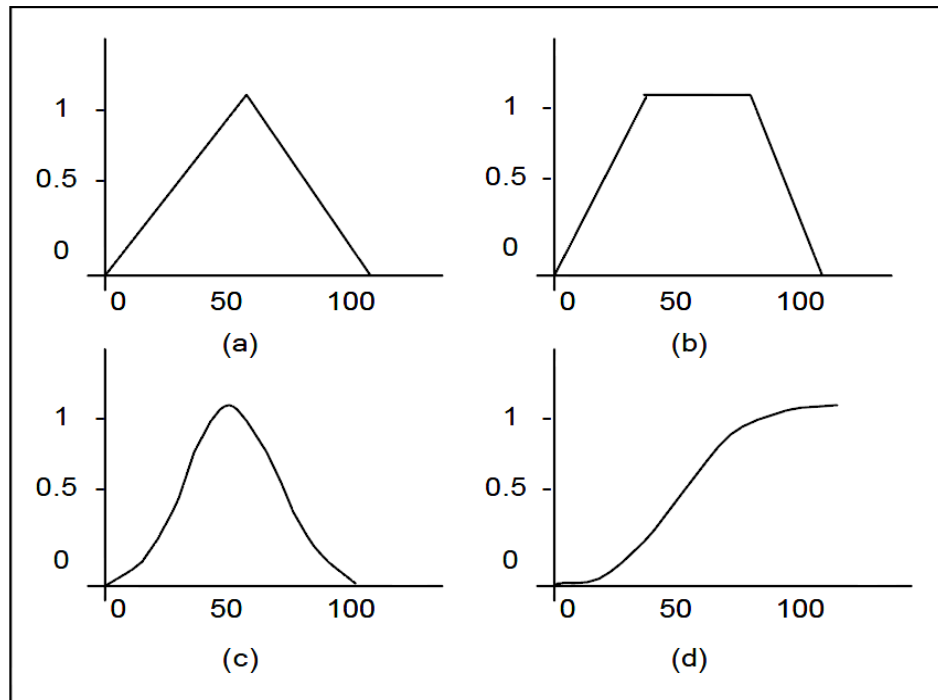
Así la función de pertenencia a un conjunto difuso A, en un universo de discurso U, formado por elementos (x) que pueden tomar valores en el intervalo [0,1] viene definido por la función característica:

$$\mu_A(x) = U \rightarrow [0,1]$$

Donde el universo de discurso U es aquel que contiene todos los posibles elementos de un determinado conjunto (por ejemplo el rango de las temperaturas posibles  $U = [31^{\circ}\text{C} - 41^{\circ}\text{C}]$ ), y el conjunto difuso A es el que puede representarse como un conjunto de pares ordenados, a partir de la función dada:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in U\}$$

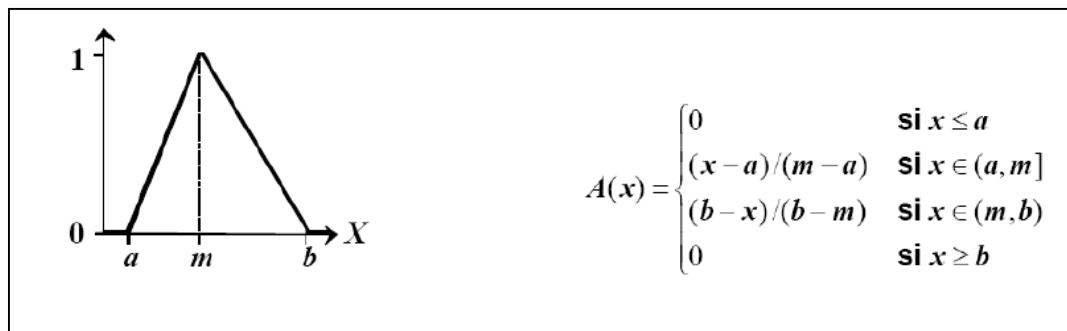
La función característica ofrece el grado de pertenencia del elemento al conjunto y puede asumir diferentes formas, en función de las condiciones subjetivas del usuario (influenciadas por las circunstancias e influencias que reciba). Siempre debe ser continua y tomar valores entre 0 y 1, por lo que nos encontramos con funciones de tipo triangular, trapezoidal, gaussiana, sigmoideal, etc.



**Fig. 6/06. Funciones características habituales: triangular (a), trapezoidal (b), gaussiana (c) y sigmoidal (d).**

Fuente: Tesis Doctoral R. Pérez Pueyo

La función triangular es la más simple, por su relación lineal, y quizás por ello una de las más utilizadas. La figura 6/07 presenta su función asociada a la gráfica.



**Fig 6/07. Detalle de la función triangular.**

Fuente: Tesis Doctoral J.M Macías Bernal

## Etiquetas lingüísticas

El pensamiento humano suele otorgar etiquetas lingüísticas a lo que hemos denominado como conjuntos difusos. En el caso de una variable como la temperatura ambiente ésta podría ser catalogada, por ejemplo, como baja, normal, alta o muy alta.

Cada uno de estas divisiones corresponde con una valoración de la temperatura cuyos límites son imprecisos en función de la sensibilidad, entorno y otras circunstancias que afecten a cada individuo que la evalúe. Por tanto estamos hablando de conjuntos difusos, cuya gráfica de pertenencia puede responder a un gráfico como el representado en la figura 6/08.

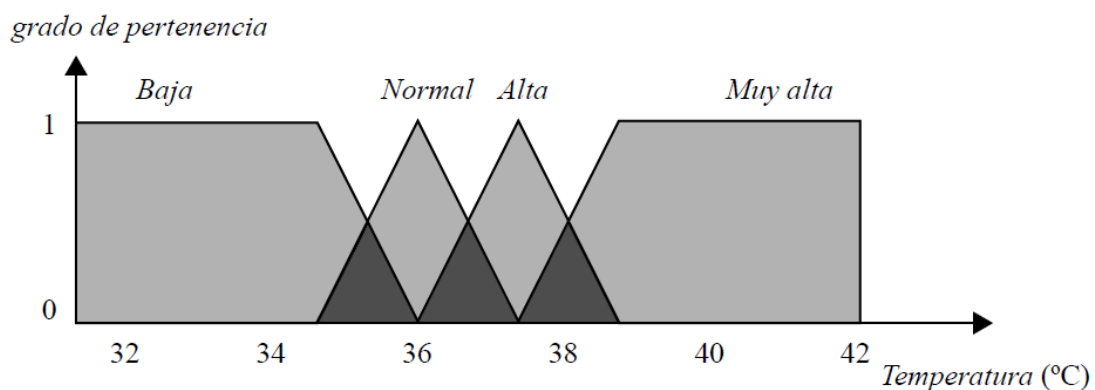


Fig. 6/08. Etiquetas lingüísticas de la variable temperatura ambiente.

Fuente: Tesis Doctoral Fco J. Moreno Velo

En consecuencia, las etiquetas lingüísticas que utilizamos en nuestro lenguaje cotidiano para realizar proposiciones son tratadas por la lógica difusa como un conjunto difuso al que se le asigna una función matemática de pertenencia. En la comunicación entre personas, estos elementos forman parte de razonamientos más amplios para los que hay que aplicar ciertas reglas y tratamientos derivados.

## Reglas difusas e inferencia

La lógica difusa se establece en base a reglas del tipo “SI/ENTONCES”, que proponen actuaciones en base a unos antecedentes de partida, como por ejemplo:

*“SI la temperatura es elevada, **ENTONCES** se activa el sistema de refrigeración”*

Desde el punto de vista de los conjuntos difusos la regla es

**“SI (*proposición antecedente*) ENTONCES (*proposición consecuente*)”**

En el Antecedente (A) y el Consecuente (B) existen dos conjuntos difusos cuya función de pertenencia o de implicación lógica es:

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$$

Cada proposición puede adoptar formas simples del tipo “x es A” (ej. la temperatura es elevada) o formas compuestas mediante conjunción, negación o disyunción de proposiciones simples (ej. la temperatura es elevada y la humedad baja).

La función de implicación entre las dos proposiciones de la regla (SI/ENTONCES) puede venir condicionada por un operador de implicación ( $\phi$ ), de forma que la expresión anterior queda:

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \phi [\mu_A(x), \mu_B(y)]$$

El operador más usado es el llamado operador de Mamdani<sup>10</sup>, o utilización del mínimo de verdad en el antecedente y consecuente, es decir, que la proposición se cumple con la pertenencia mínima al conjunto.

En cuanto a la inferencia, partimos de los métodos utilizados en la lógica tradicional denominados “*Modus Ponens*” y “*Modus Tollens*” (hacia adelante o hacia atrás) que permiten deducir conclusiones cuando aplicamos una regla lógica de partida a una observación realizada. Estas inferencias se detallan en los puntos siguientes.

#### **Modus Ponens.**

Regla de partida: *Si x es A, entonces y es B*

Observación: *x es A*

**Conclusión Lógica: *y es B***

#### **Modus Tollens.**

Regla de partida: *Si x es A, entonces y es B*

Observación: *y no es B*

**Conclusión Lógica: *x no es A***

<sup>10</sup> Mamdani, E.H.; Assilian, S. 1975. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller.

Se trata de razonamientos del tipo:

Si llueve, hay nubes en el cielo.

Observación: Está lloviendo.

Conclusión: El cielo tiene nubes.

La lógica difusa trata estos esquemas de inferencia para generalizarlos a proposiciones difusas (del tipo: ser alto o bajo, hacer frío o calor) donde hay una función de pertenencia al conjunto, como hemos visto, tomando valores en el intervalo (0-1) según el grado de pertenencia. Los métodos anteriores quedan de la forma que expresamos a continuación:

#### **Modus Ponens generalizado.**

Regla de partida: *Si  $x$  es  $A$ , entonces  $y$  es  $B$*

Observación:  $x$  es  $A^*$

**Conclusión Lógica:  $y$  es  $B^*$**

Donde el conjunto difuso  $B^*$  es más próximo al conjunto  $B$  cuanto más los sea el difuso  $A^*$  al  $A$ .

#### **Modus Tollens generalizado.**

Regla de partida: *Si  $x$  es  $A$ , entonces  $y$  es  $B$*

Observación:  *$y$  no es  $B^*$*

**Conclusión Lógica:  $x$  no es  $A^*$**

Donde el conjunto difuso  $A^*$  es más diferente al  $A$  cuanto más diferente sea el difuso  $B^*$  al  $B$ .

Ello significa que utilizando la lógica difusa nos situamos en un modo claramente “aproximado”, característico de este tipo de razonamiento.

## Desdifusor

En la mayor parte de los casos, tras plantear un sistema de inferencia borrosa con las reglas señaladas, necesitamos una magnitud concreta de salida que nos sirva para poder operar en consecuencia.

Por consiguiente, al final del proceso de la lógica difusa se impone asignar un valor numérico al conjunto difuso, de la proposición consecuente, lo cual se debe realizar por un mecanismo desdifusor, también llamado por algunos autores “concreción” o “defusificación”.

El método más utilizado es el que utiliza el centro del área definido por la gráfica resultante de la función implicación de la regla difusa.

En el caso de que existan varias reglas tendremos que hacer un proceso de agregación de los resultados de cada una de las reglas para obtener una gráfica final.

## Síntesis de mecanismo mediante Lógica Difusa

El planteamiento expuesto para un sistema de lógica difusa responde al siguiente esquema:

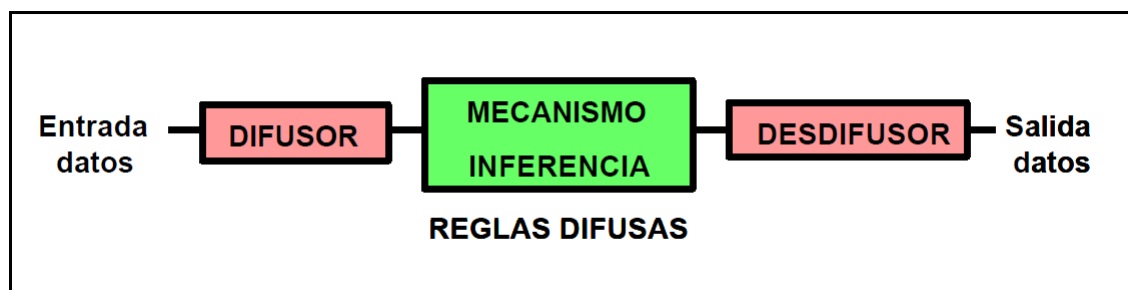


Fig. 6/09. Esquema general de un proceso basado en la lógica difusa.

Fuente: Tesis Doctoral Fco J. Moreno Velo

El resumen de lo tratado podemos verlo con un ejemplo de la regla difusa disyuntiva que podemos emplear para pagar en un restaurante:

***“si el servicio es excelente o la comida es generosa entonces daré una buena propina”.***

Tenemos las siguientes premisas:

- Tanto el servicio como la comida serán puntuados de 1 a 10
- El porcentaje de la factura que puede alcanzar la propina va del 0 al 25%,

Asignaremos en primer lugar nuestra puntuación del servicio (por ejemplo un 3) y la comida (8). Estos valores nos darán un valor de pertenencia determinado a cada uno de los dos conjuntos borrosos (servicio y comida) que podemos suponer como 0 y 0.7 respectivamente (ver fig. 6/10).

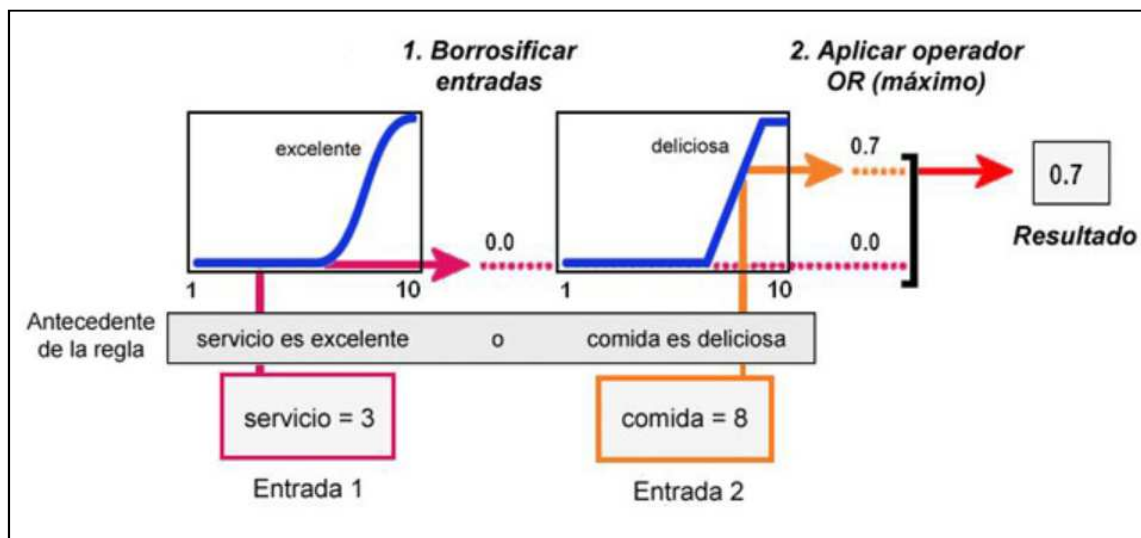


Fig. 6/10. Evaluación de la proposición antecedente de una regla difusa.

Fuente: Krishnankutty, Sanjay<sup>11</sup>

Si planteamos la regla borrosa con sus dos proposiciones y consideramos la función de mínimo para el operador de la función de implicación entre ambas, el sistema de inferencia queda tal como se detalla en la figura 6/11, donde el centro de gravedad de la figura de la poligonal representada en la gráfica resultado (color verde) nos dará una lectura en el eje de abscisas igual al valor concreto (defusificado) de porcentaje de propina a dar.

<sup>11</sup> Krishnankutty, S. 2008. *Método de Mamdani de inferencia borrosa*.

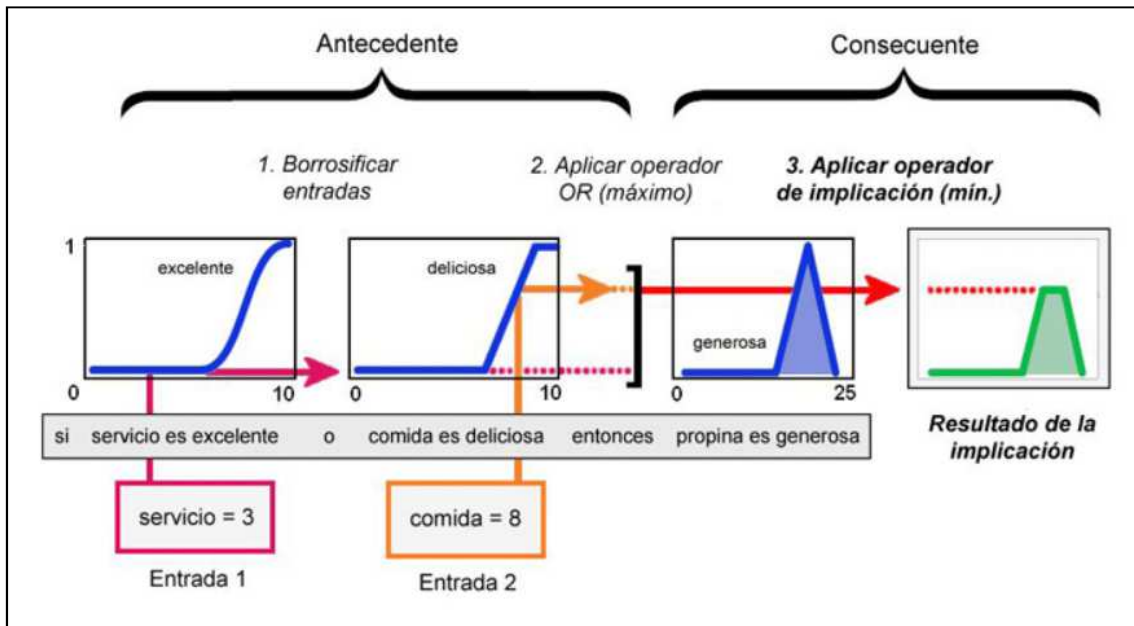


Fig. 6/11. Proceso de regla difusa

Fuente: Krishnankutty, Sanjay



## 6.3 Estructura de la fase experimental

En este apartado definiremos esquemáticamente la parte experimental de nuestro trabajo, que **se desarrollará de forma detallada en el Capítulo posterior**, dedicado exclusivamente a esta Etapa Analítica.

El acercamiento a la realidad es un elemento básico para una investigación como la que fundamenta la presente Tesis. Nuestra actitud en todo momento se identifica con la mejora de los procedimientos reales existentes y como consecuencia de ello, **hemos tomado contacto con las fuentes, organizaciones y profesionales** que podían aportarnos información sobre el potencial del control de calidad actual.

Las tres fases de esta labor empírica se enuncian en sendos apartados subsiguientes que se completan con un resumen del procedimiento de trabajo.

### 6.3.1 Configuración de Factores. Esquema seguido

**El conocimiento reflejado por diversos autores** con trayectoria en la materia nos ha permitido recopilar en el Estado del Arte un conjunto de conocimientos que dibujan el panorama de factores decisivos del control de calidad (apdo. 5.2).

Este compendio de factores **nos sirve de base para la analítica posterior** con el fin de conformar, en términos de la herramienta QFD, las necesidades a satisfacer de nuestro producto.

La citada configuración de los factores condicionantes para el Modelo, llevada a cabo por nuestro equipo de investigación, está estructurada en los siguientes puntos:

- Una estudio que permita adecuar el conjunto inicial de factores a nuestros requisitos particulares para poder crear su acceso a la metodología.
- Un análisis de los soportes teóricos, técnicas de aplicación y datos afines a los factores, recogidos en la normativa, investigaciones y otras referencias documentados.
- En el análisis se incorporan una serie de argumentos, redactados en virtud de la experiencia del en esta disciplina, cuyo objetivo es ayudar a perfilar una gestión del control que permita asumir adecuadamente sus condicionantes.

### 6.3.2 Estudio de expedientes reales. Esquema seguido

Gracias a la colaboración de distintas empresas de control de calidad<sup>12</sup>, hemos podido contar con una valiosa base de datos que incluye las actividades llevadas a cabo en numerosos edificios construidos en nuestro entorno.

Se trata de un total de **153 expedientes** de control de calidad de edificios **de nueva planta** construidos en la provincia de Sevilla<sup>13</sup>, **cuyo listado se expondrá dentro de la Etapa Analítica (apdo. 7.2.6).**

Su encuadre cronológico, por fechas de ejecución, se sitúa entre 2007 y 2013. Es un conjunto de información en soporte digital que contiene toda la documentación generada por los laboratorios, entidades y organismos de control participantes en cada promoción. Los registros de cada expediente están compuestos principalmente por:

- Datos administrativos de la obra, promotor y contratante.
- Plan de control de calidad.
- Informes de las comprobaciones, pruebas y ensayos realizados.
- Otra documentación complementaria de utilidad, tales como fotografías, presupuestos, etc.

El análisis de toda esta información se realiza de forma exhaustiva y forma uno de los pilares esenciales de nuestra investigación. A partir del estudio de los expedientes podemos ir estableciendo las diferentes actuaciones o **Funciones operativas del control** para organizar nuestro modelo de gestión.

Las trayectoria del doctorando en materia de control de calidad y el apoyo de varios responsables de las empresas de control colaboradoras, han aportado luz sobre todo este proceso.

---

<sup>12</sup> Las entidades que han colaborado con la investigación son: Elabora, Agencia para la calidad en la construcción S.L; Qualibérica S.L.; Vorsevi S.A.U.; La documentación facilitada por estas organizaciones recoge información generada por ellas mismas así como otras entidades y laboratorios de control coparticipes del control en algunas promociones.

<sup>13</sup> Se trata en todos los casos de expedientes completos correspondientes a promociones finalizadas.

### 6.3.3 Consulta a Expertos. Esquema seguido

En este apartado complementamos la faceta empírica de la Tesis mediante una nueva toma de contacto con la realidad. Se trata de recabar **las respuestas de 17 expertos en diferentes materias** relacionadas con las construcciones arquitectónicas, con el fin de consensuar valoraciones sobre los datos en liza. El perfil de este conjunto de profesionales multidisciplinares se detalla en el apartado 7.3, donde se expone el desarrollo experimental de esta fase.

En este punto de avance, tras perfilar diversos aspectos del Modelo, es el momento de aplicar **los fundamentos teóricos expuestos en el apartado 6.2.**

En concreto para plantear la consulta debemos construir en primer lugar una **Matriz inicial QFD** utilizando como entradas los dos grupos de parámetros validados, consistentes en:

- A. **Los factores decisivos del control de calidad**, fruto de la metodología expuesta en el punto anterior.
- B. **Las funciones a desempeñar por las organizaciones de control**, obtenidas empíricamente tras el estudio de expedientes.

En segundo lugar se procederá a la consulta propiamente dicha, de forma que obtengamos los pesos relativos de cada uno de estos inputs de entrada (ponderación de factores y relación factores/funciones). Se recurre para ello a unos cuestionarios de valoración para el grupo de expertos siguiendo las pautas del **método Delphi**.

Finalmente el tratamiento de estas ponderaciones con análisis matemático mediante **Lógica Difusa** arrojará los resultados a integrar en la matriz del Modelo.

### 6.3.4 Procedimiento para los trabajos experimentales

Descifrar la base de datos tan abundante derivada de esta fase experimental exige un trabajo extenso, siendo nuestro planteamiento dar respuesta a los objetivos planteados en la Tesis.

El procedimiento operativo seguido se estructura en una serie de pasos que se ordenan según los tres soportes empíricos planteados:

#### **FACTORES**

**A. Propuesta de factores.** El tratamiento de la información obtenida nos permite realizar una propuesta de factores que integra:

- La riqueza del pensamiento experto publicado.
- Una distribución adaptada a las necesidades de nuestra investigación.
- Establecer la nomenclatura y el objeto de los factores de la selección.

**B. Análisis y caracterización de factores.** Desarrollo de cada uno de los factores de la propuesta:

- Dar forma a las facetas que el control debe afrontar.
- Definir las magnitudes y repercusiones de los factores.
- Sancionar la propuesta para incorporarla al Modelo.

#### **EXPEDIENTES**

**C. Estudio general.** Iniciamos las tareas con un estudio general de la totalidad de los expedientes para:

- Identificar los diferentes tipos de actuación.
- Verificar su estructura y patrones utilizados.
- Establecer una clasificación previa.

**D. Examen pormenorizado.** Se pretende profundizar en los contenidos a través de las siguientes labores:

- Elección de unos expedientes representativos en cada uno de los grupos previos.
- Lectura y desglose de la totalidad de documentos incluidos en los dosieres seleccionados como representantes.

**E. Análisis de la información obtenida.** De forma que trabajamos para obtener resultados:

- Extraer observaciones y consideraciones.
- Analizar y contrastar los conceptos tratados.
- Realizar una propuesta final de funciones del control.

**F. Características y aportaciones de las funciones.** Un acercamiento a las funciones señaladas nos ofrece:

- Detallar sus características
- Concretar sus alcances.
- Verificar su contribución para la eficiencia del control.

### **CONSULTA**

**G. Realización de la consulta a expertos.** Basada en la técnica Delphi y realizada mediante:

- Construcción de una Matriz QFD inicial con los factores y funciones obtenidos.
- Realización de la 1ª vuelta de la consulta para baremar factores.
- Realización de la 2ª vuelta de la consulta para baremar funciones/factores.

**H. Modelado Difuso.** A partir de las respuestas obtenidas con la consulta :

- Diseño, ajuste, verificación y síntesis de la 1ª consulta.
- Diseño, ajuste, verificación y síntesis de la 2ª consulta.
- Tratamiento de resultados para conformar la Matriz Central del Modelo.

## **7. ETAPA ANALÍTICA.-**

## 7 ETAPA ANALÍTICA

La investigación que seguimos tiene clara su vocación de acercamiento a la realidad, lo que supone una gran ayuda para modelar eficazmente el trabajo. Estos principios experimentales son **analizados** en el presente capítulo, en otro tiempo llamado “Cuerpo de la Tesis”, desarrollando el **conjunto de tareas empírico-analíticas** que podemos agrupar en las tres facetas enunciadas en la metodología:

---

### *Aspectos empíricos analizados en la Etapa Analítica*

Configuración de factores condicionantes del control

Estudio de expedientes reales de control

Consulta a expertos del sector

---

## 7.1 Configuración de factores: Desarrollo experimental

### 7.1.1 Propuesta de Factores para el Modelo

En el capítulo 5, dedicado al Estado del Arte, hemos realizado una **recopilación de factores condicionantes** para el control de calidad a partir del pensamiento de diferentes fuentes relevantes en la materia, constituyendo una **primera parte** en la definición de los mismos (apdo. 5.2).

Dicha labor culminó con un mapa resumen, a modo de compendio de factores (Tabla 5/02), que destaca por la sintonía entre los diversos aspectos que la bibliografía señala como decisivos para la calidad y su control.

Ello ha servido para llevar a cabo, **como segunda fase, la selección de una propuesta** que integra estas sincronías bajo una visión adaptada al modelo de gestión que buscamos.

En concreto, los puntos en los que se alinean las voces expertas han sido agrupados en **siete factores** que trasladan a nuestro trabajo el amplio conocimiento recopilado.

La distribución de los siete factores propuestos para el Modelo, en relación a la que reflejaban las fuentes, se recoge en la tabla 7/01.

	Forma de contratación	Independencia del controlador	Normativa de referencia	Especificaciones y tolerancias	Criterios de aceptación o decisión	Análisis de fallos y reclamaciones	Retroalimentación	Motivación e implicación	Coordinación entre controles	Certificación y marcados	Técnicas y sistemas de control	Planificación y muestreo	Nuevas tecnologías	Vulnerabilidad de elementos
Meseguer	✓		✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓		
Garrido		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Calavera		✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓		
ISO 9001					✓		✓	✓	✓			✓		
Merchán				✓		✓			✓	✓	✓			
AEC		✓					✓	✓	✓	✓		✓	✓	
PROPUESTA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Propuesta AGRUPADA	A		B		C		D	E	F			G		

Tabla 7/01. Propuesta de factores para el Modelo



Le hemos otorgado una denominación identificativa a cada uno de los siete factores propuestos (ordenándolos según la grafía de letras de la tabla anterior). Éstos se enuncian como sigue:

- A. Independencia del control.** El papel decisivo de la independencia del controlador con respecto al controlado, que se manifiesta en quién y cómo se contrata aquél.
- B. Criterios de aceptación/rechazo.** La necesidad de contar con normativa o especificaciones que fijen referencias y tolerancias objetivas que sirvan como criterios de aceptabilidad de los resultados del control.
- C. Retroalimentación.** Factor que repercute en el planteamiento del control a partir de las acciones no conformes detectadas durante la vida útil del edificio (fallos y reclamaciones). Nos situamos así dentro de un proceso de mejora continua orientada a la durabilidad.
- D. Motivación.** La influencia que tiene para la calidad de una actividad la implicación, concienciación, preparación y participación proactiva de los recursos humanos intervinientes, está manifestada en el concepto de la motivación.
- E. Coordinación entre etapas.** El espectro de actividades contempladas por el control no deben funcionar de forma aislada. En cualquier fase constructiva es necesaria una información aportada por el productor de la etapa anterior que avale la recepción de los productos o servicios. La certificación constituye un procedimiento avanzado que otorga dicho respaldo.
- F. Muestreo.** Se refiere a la extensión del control, definida mediante una adecuada planificación y llevada a cabo mediante el establecimiento de niveles de control, tamaños de lotes y cuantificación de muestras. Deben utilizarse técnicas y sistemas adaptados a las características y circunstancias del objeto controlado.
- G. Vulnerabilidad de elementos.** Cuya influencia deriva de contemplar la evolución y posibilidades de deterioro de los componentes constructivos durante la vida útil, como criterio para baremar su atención en la fase de diseño y construcción. Se completa además de este modo el tratamiento de mejora continua.

No se incorpora a nuestra selección el punto relacionado con los avances tecnológicos, que se refiere a la necesidad de incluir nuevos avances técnicos para alcanzar calidad en un proceso determinado. La tecnología para el control de calidad está contemplada dentro de los medios necesarios o funciones para desempeñarlo, las cuales se incorporan a nuestra investigación de forma paralela a los factores, a través del análisis de expedientes de control en obras ejecutadas que abordaremos posteriormente.

**Los factores** propuestos pueden entenderse mejor si **los estructuramos** de forma homogénea. Para su clasificación con un criterio sencillo, seguiremos la fórmula matemática expuesta por el Dr. Blaut de Munich<sup>1</sup> sobre la calidad en general:

$$\text{Calidad} = K \cdot C \cdot I^2 \cdot P^n$$

Donde:

K, es una constante de ponderación.

C, representa a las cosas influyentes.

I, son las ideas participantes.

P, se corresponde con la aportación de las personas (cuyo exponente “n” depende la actitud).

Dado que la valoración de cada factor en nuestro modelo se realizará con una metodología afín, actuaremos al margen de los exponentes y el coeficiente ponderador de la fórmula expuesta, considerando sólo la distribución establecida.

A tenor de lo anterior, **la propuesta final de factores** condicionantes del control de calidad, relacionados con nuestros objetivos técnicos y organizativos, queda con organizada en tres grupos representados en los siguientes esquemas:

---

<sup>1</sup> Se trata de una propuesta realizada en el seno del grupo de trabajo I/1 del CEB (Comité Euro-internacional del Hormigón) en 1983, para valoración simplificada de la calidad en la edificación, citada por García Meseguer en varias de sus publicaciones.

---

**Factores relacionados con lo material**

- 1 Muestreo
  - 2 Coordinación entre etapas
  - 3 Criterios de aceptación/rechazo
- 

---

**Factores relacionados con los conceptos**

- 4 Retroalimentación
  - 5 Vulnerabilidad
- 

---

**Factores relacionados con las personas**

- 6 Independencia
  - 7 Motivación
- 

A partir de aquí **los apartados subsiguientes** de esta Etapa Analítica pasan a **desarrollar las principales características** de cada uno de los factores propuestos, con el fin de valorar su contribución en el control de calidad, consolidando así la selección.

### 7.1.2 Análisis de Factores relacionados con lo material

Comenzamos el análisis y caracterización de los factores seleccionados para nuestra propuesta, donde se desarrollan aquellos rasgos que conforman los fundamentos de cada factor así como los instrumentos necesarios para su adecuación al control de calidad en edificación. Se pretende así acotar las particularidades que deben salvarse dentro de una gestión eficiente del control.

La primera familia de los factores a tratar está compuesta por:

---

#### ***Factores relacionados con lo material***

<b>Muestreo</b>
<b>Coordinación entre etapas</b>
<b>Criterios de aceptación/rechazo</b>

#### ***Factor: MUESTREO***

El muestreo es un condicionante del control de calidad en las distintas fases del proceso edificatorio en cuanto que figura como caracterizador de la extensión del mismo para la mayor parte de las intervenciones.

Para el diseño de una propuesta de control que cuente con un número adecuado de inspecciones y pruebas, siendo éstas a su vez éstas de tipología acorde al objeto controlado, se hace necesario el conocimiento de técnicas de cuantificación y distribución de las muestras. Además es imprescindible que los responsables del control conozcan en profundidad la tecnología y situaciones asociadas al producto.

Una noción de inicio que procede abordar en el estudio de este factor hace referencia a un concepto asociado directamente al muestreo, **la planificación**.

## Factor Muestreo. La planificación

En cualquier actividad productiva **la planificación es una etapa crucial para la consecución de objetivos**. La norma **UNE-EN ISO 9001:2008** sobre Sistemas de Gestión de Calidad la recoge como un punto que hay que integrar en las actividades de dirección de una organización y en la realización del producto.

La norma referenciada parte del círculo de Deming como estrategia de mejora continua del sistema (recordemos que dicho círculo establece la planificación como primera etapa, antes del control). En la fase de planificación del círculo se define: *“Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización”*.<sup>2</sup>

Asimismo la norma **UNE-EN ISO 9000:2005** sobre vocabulario para Gestión de la calidad detalla: *“Planificación de la calidad: parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a las especificaciones de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad”*.<sup>3</sup>

La planificación traza el camino a seguir para la materialización del control, siendo su principal reflejo documental **el plan de control**, que desgranamos en el siguiente punto.

## Factor Muestreo. El Plan de Control

El Plan de control es **la principal actividad planificadora del control implantada en la construcción**. Se trata de un documento donde se plasman los controles a realizar durante el proceso productivo del edificio; pudiendo desglosarse para proyecto, ejecución, materiales, entrega y/o cualquier otra faceta contemplada. Suele contar con la correspondiente definición concreta del objeto, finalidad y aspectos a controlar, tipo de control número de unidades, lotes y frecuencia de los controles así como la normativa que sirve de apoyo, entre otros datos, tal como nos propone Bauzá<sup>4</sup>. La tabla 7/02 refleja un ejemplo con el resumen para un capítulo de control de materiales.

---

<sup>2</sup> AENOR; UNE-EN ISO 9001:2008, apdo. 0.2

<sup>3</sup> AENOR; UNE-EN ISO 9000: 2005, apdo. 3.2.9

<sup>4</sup> Bauzá Castelló, J.D. 2000. El plan de control de calidad de materiales.

PLAN DE CONTROL PARA ENSAYOS DE MATERIALES						
OBRA: XX VIVIENDAS EN CALLE XXXX						
UNIDAD DE OBRA	PROCEDIMIENTO Y/O ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	MUESTREO	UNIDAD	MEDICIÓN	Nº ENSAYOS
TUBOS DE PVC	Identificación y aspecto	UNE-53112	1	diametro	4	4
	Medida y tolerancia	UNE-53112	1	diametro	4	4
	Densidad y contenido en PVC	UNE-53112	1	diametro	4	4
	Tracción y alargamiento en rotura	UNE-53112	1	diametro	4	4
	Ensayo VICAT	UNE-EN-ISO-306	1	diametro	4	4
M2 LADRILLO PERFORADO VISTO	Aspecto, forma y dimensiones	UNE 67.030	1.000	m²	4.029	5
	Succión	UNE 67.031	1.000	m²	4.029	5
	Absorción de agua	UNE 67.027	1.000	m²	4.029	5
	Eflorescencias	UNE 67.029	1.000	m²	4.029	5
	Resistencia a compresión	UNE 67.026	1.000	m²	4.029	5
	Nódulos de cal viva	UNE 67.039	1.000	m²	4.029	5
M2 LADRILLO PERFORADO NO VISTO	Aspecto, forma y dimensiones	UNE 67.030	2.000	m²	816	1
	Succión	UNE 67.031	2.000	m²	816	1
	Absorción de agua	UNE 67.027	2.000	m²	816	1
	Eflorescencias	UNE 67.029	2.000	m²	816	1
	Resistencia a compresión	UNE 67.026	2.000	m²	816	1
	Nódulos de cal viva	UNE 67.039	2.000	m²	816	1

Tabla 7/02. Detalle del cuadro resumen de ensayos dentro de un plan de control

Fuente: Propia

La legislación nacional obligatoria recoge el plan de control y la planificación del mismo principalmente en las referencias ahora relacionadas, algunas de las cuales ya han sido apuntadas en el análisis normativo del capítulo 4:

- **Código Técnico de la Edificación (CTE).** En su Parte I (Generalidades) contempla el plan de control como documento obligatorio del proyecto arquitectónico, en concreto dentro de los anejos a la memoria. Asimismo prescribe la valoración de los controles dentro del presupuesto del proyecto.
- **EHE 08.** En su artículo 78.1 define el plan y el programa de control. El plan de control debe incorporarse al proyecto y ser complementado por la Dirección Facultativa durante la obra a través del programa de control, que incluirá:
  - Datos de muestreo y criterios a seguir para el caso de no conformidad.
  - Previsión de medios materiales y humanos para desarrollar el control.
  - Programación del control en función del alcance del autocontrol del constructor y el plan de obra.

- La persona encargada de la toma de muestras.
  - El sistema de documentación del control.
- **LC 91.** La ley de Control de calidad de la Comunidad Valenciana. Este referente en la normativa autonómica de control de calidad establece una metodología del control en dos fases:
- La Programación del Control de Obra
  - La Realización del Control de Obra

Ambas fases se hacen extensivas, a su vez, al control de materiales y al control de ejecución. La fase de programación incorpora un procedimiento completo de planificación previa, con la información del plan de control que hemos definido, junto a otras actuaciones documentales y normativas. La figura 7/01 ilustra el diagrama resumen sobre programación en control de materiales, mientras en el anejo 11.1 de la Tesis se adjuntan también su correspondiente en ejecución y los flujos para realización de ambos, según aparecen en el texto de esta ley.

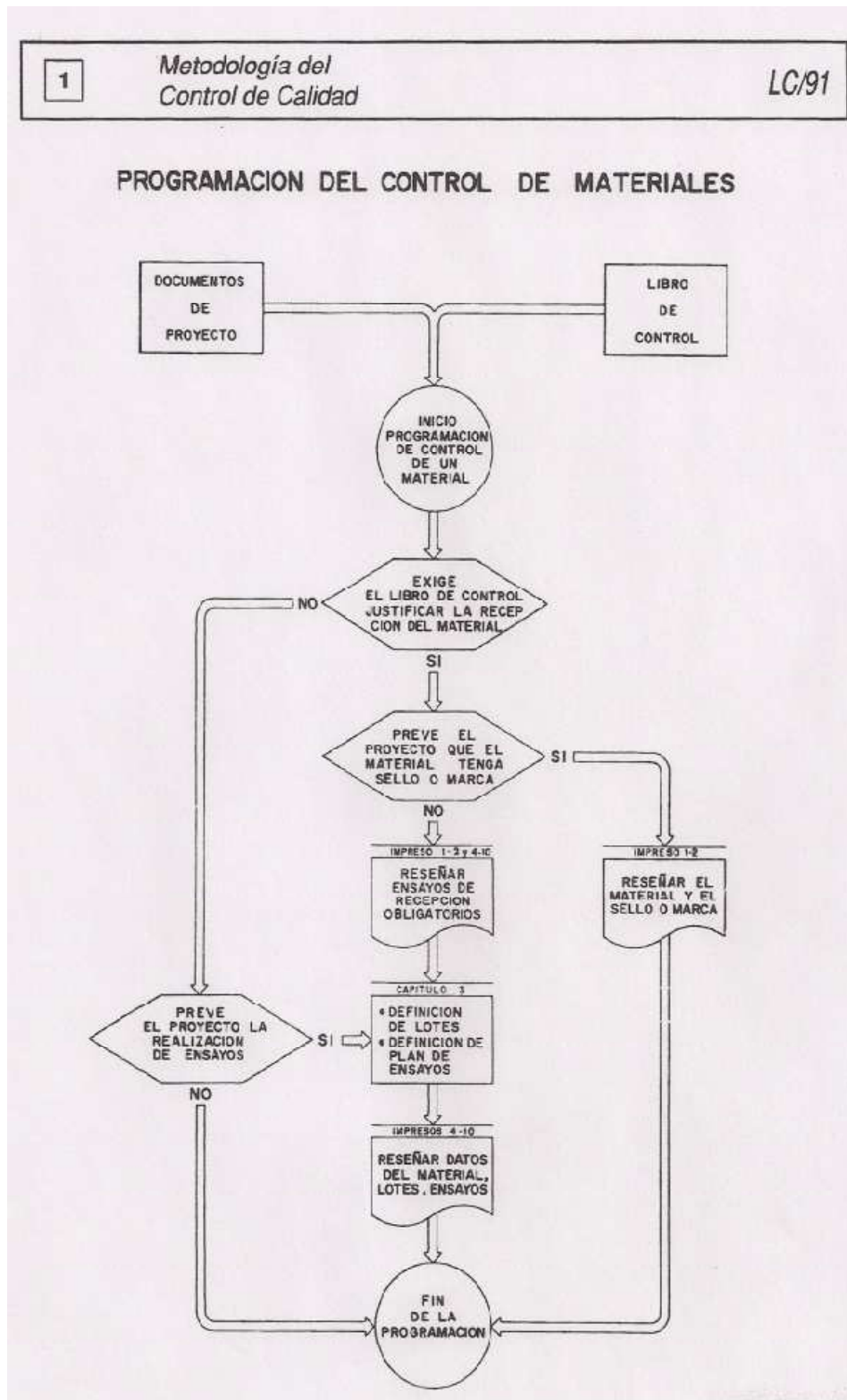


Fig 7/01. Lc 91: Diagrama de flujo para programación del control de materiales

Fuente: Generalitat Valenciana



## Factor Muestreo. El muestreo en la normativa.

La normativa nacional exigida no aporta mucha precisión en los criterios de muestreo (al contrario de lo que ocurre con el plan de control, antes expuesto). El alcance del control, tamaños de lotes y número de muestras no están recogidos en general en los textos, excepción hecha de la instrucciones sobre estructuras de hormigón (EHE 08) y de acero (EAE 2011).

### *El Código Técnico de la Edificación (CTE)*

El Código Técnico establece exigencias en los diversos elementos, pero su carácter prestacional hace que se deje libertad a los agentes intervinientes para establecer las estrategias necesarias que conduzcan al nivel de prestaciones requerido.

Serra<sup>5</sup> sitúa a los códigos basados en prestaciones en el nivel de objetivos (primero de los cinco niveles posibles según se expuso en el apdo. 4.1.1). Si bien el autor nos explica las ventajas de una normativa prestacional en relación con una reglamentación prescriptiva:

- **Flexibilidad.** Podemos usar diferentes soluciones que cumplan con las exigencias prestacionales.
- **Innovación.** Cualquier solución innovadora puede ser introducida una vez que satisfaga las prestaciones.
- **Economía.** La capacidad de elección hace posible elegir soluciones más baratas que las impuestas por una norma.

Sin embargo en lo que atañe al control, y al muestreo en particular, la condición prestacional le supone al técnico que recurre a la norma un trabajo adicional de conocimiento y aplicación de las técnicas existentes a tal efecto, toda vez que el texto no impone la pauta a seguir. Pérez Bella afirma: *"el enfoque prestacional exige a todos los participantes, proyectistas, administraciones de control, operarios... una mayor formación y especialización acorde a los tiempos actuales"*.<sup>6</sup> Desgraciadamente el nivel de conocimiento no suele alcanzarse de forma homogénea en el numeroso elenco de recursos humanos que directa e indirectamente intervienen en el proceso de creación de un edificio.

---

<sup>5</sup> Serra María-Tomé, J. 2005. La normativa y la reglamentación en la mejora de la calidad en la construcción y su relación con la innovación.

<sup>6</sup> Perez-Bella, J.M. 2012. Parametrización de la exposición a la humedad y de los ensayos de estanqueidad en cerramientos de edificación: Caracterización prestacional de su comportamiento higratérmico.

Para ilustrar este concepto, puede servirnos de ejemplo el tratamiento dado en el CTE a uno de los puntos con de mayor arraigo al control, como son **los ensayos**. El apartado 7.2.3 de la Parte I del CTE, que trata sobre disposiciones generales para el control de recepción mediante ensayos dice literalmente:

1. *“Para verificar el cumplimiento de las características básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, la realización de ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en proyecto u ordenados por la dirección facultativa”.*
2. *“La realización de este control se efectuará de acuerdo a los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.”*

En la segunda parte del CTE. compuesta por los Documentos Básicos del CTE, se expresan **los requerimientos** para cada uno de los requisitos básicos. Este es el caso de caso de la tabla adjunta (Tabla 7/03) recogida en el apartado 2.2.1.2 del documento DB-HE1 sobre limitación de la demanda energética en los edificios. Se observa cómo establece características a satisfacer por los elementos constructivos de la envolvente cuyos parámetros se determinan mediante ensayos (como la permeabilidad al aire de las carpinterías).

Parámetro	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno <sup>(1)</sup> [W/m <sup>2</sup> ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m <sup>2</sup> ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos <sup>(2)</sup> [W/m <sup>2</sup> ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos <sup>(3)</sup> [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

**Tabla 7/03. CTE DB HE-1 2013: Tabla que recoge la permeabilidad al aire de los huecos de la envolvente térmica para edificios residenciales privados**

Fuente: CTE

Sin embargo, como ya hacíamos alusión en ejemplos expuestos al tratar el CTE dentro del marco normativo de aplicación (apdo. 4.1.2), el Documento Básico que contemplamos ahora tampoco llega a establecer niveles de comprobación o criterios de muestreo. En concreto el apartado de DB-HE1 denominado *“Control de recepción*

en obra de productos” traslada el problema al Proyecto o la Dirección Facultativa, tal como reproducimos a continuación:

1. *“En el Pliego de condiciones del Proyecto han de indicarse las condiciones particulares del control para la recepción de los productos que forman los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.*
2. *Debe comprobarse que los productos suministrados:*
  - a) *corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;*
  - b) *disponen de la documentación exigida;*
  - c) *están caracterizados por las propiedades exigidas;*
  - d) *han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de la obra, con la frecuencia establecida”*
3. *El control debe seguir los criterios indicados en el apartado 7.2 de la Parte I del CTE.”*

### **INSTRUCCIONES ESTRUCTURALES**

El desarrollo del control de calidad en las diferentes ediciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), seguido también con posterioridad por la Instrucción sobre Estructuras de Acero (EAE,) ha supuesto **un hito normativo** en cuanto a la definición del muestreo en todos sus aspectos.

En particular la vigente EHE 08 es el exponente de mayor relevancia, debido principalmente a que es fruto de una evolución normativa durante décadas. Esta norma incluye un amplio tratamiento de los diversos aspectos que conforman las estructuras de hormigón. Supone un punto de referencia a considerar en muchos de las fases de nuestra investigación, y en concreto, nos va servir para analizar el muestreo y otros factores influyentes.

El control de proyecto, materiales y ejecución definidos la citada instrucción de hormigón estructural quedan perfectamente delimitados en cuanto a establecimiento de lotes, muestras y puntos a controlar para cada una de las diferentes tipologías.

Además la norma toma en consideración la verificación previa a la realización del control, de forma que se acentúa o atenúa la amplitud del mismo en función de los antecedentes del elemento a controlar. Ello se manifiesta de diversas formas:

- **El establecimiento de diversos niveles de control**, que en el caso del control del proyecto y de los materiales se llevan a cabo con un baremo de inspección fijado en función de los coeficientes de seguridad del cálculo estructural.

Para el control de la ejecución se fijan los **niveles normal o intenso**, en función de la implantación o no de un sistema de gestión de la calidad en el ejecutor.

- Además en el control de los materiales el **número de ensayos es variable** también **en función de las certificaciones y distintivos existentes** en los mismos con carácter previo a la recepción. Un caso representativo de esta situación se refleja en el control de armaduras pasivas con Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido, DOR (certificado según el anejo 19 de la instrucción) donde los ensayos de recepción pueden llegar a ser suprimidos en su totalidad cuando el fabricante posee la marca.

Como **ejemplo** representativo de la definición del muestreo incluida en la EHE, la tabla 7/04 adjunta recoge la numerada como 86.5.4.1 en la Instrucción, (ampliamente utilizada en actividades de control), la cual fija los límites para el establecimiento de lotes de control en suministros de hormigón fresco (en este caso para hormigones sin Distintivo Oficialmente Reconocido, DOR).

Límite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, muros de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m <sup>2</sup>	1.000 m <sup>2</sup>	—
Número de plantas	2	2	—

**Tabla 7/04. EHE 08: Tamaño máximo de los lotes para control de resistencia, para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido**

Fuente: Ministerio de Fomento

La EHE contempla la existencia simultánea de control Interno y control externo. En los artículos relacionados con el control de ejecución podemos contemplar un claro ejemplo de esta realización de dos tipos de controles solapados (Tabla 7/05):

**Autocontrol.** Se trata del control realizado por el propio constructor, el cual comprende una amplia supervisión de los diferentes aspectos recogidos en el articulado.

**Control externo.** La norma lo atribuye al realizado por la Dirección facultativa o la entidad de control. Sólo contempla un porcentaje de contraste sobre lo ya comprobado por el autocontrol del constructor.

Procesos y actividades de ejecución	Número mínimo de unidades de inspección controladas por lote de ejecución			
	Control normal		Control intenso	
	Autocontrol del Constructor	Control externo	Autocontrol del Constructor	Control externo
Cimbras	1	1	Totalidad	50%
Encofrados y moldes	1	1	3	1
Despiece de planos de armaduras diseñadas según proyecto	1	1	1	1
Montaje de armaduras, mediante atado	15	3	25	5

**Tabla 7/05. EHE 08: Establecimiento de las unidades mínimas a inspeccionar en control de ejecución para el autocontrol interno y el contraste externo.**

Fuente: Ministerio de Fomento

### Factor Muestreo. Muestreo estadístico

Garrido afirma que *“La estadística es, con mucho, la principal técnica para dotar de rigor al control de calidad”*.<sup>7</sup> Salvo excepciones, en edificación no es viable realizar controles el 100%, por lo que estamos obligados a trabajar con muestras selectivas que pertenecen a un total. En este contexto los conceptos estadísticos cobran especial relevancia, tal es el caso del cálculo de frecuencias y probabilidades, las cuales nos ofrecen el grado de representatividad de un caso con respecto al resto de su especie.

El empleo de la estadística en el control de producción para fabricación en serie es incuestionable, pues representa una herramienta básica para asegurar que el artículo cumplirá con unas especificaciones dadas.

<sup>7</sup> Garrido Hernández, A. 2004. El libro del Director de la Ejecución de la Obra.

Necesitamos para ello el empleo de técnicas regladas que sean de aplicación para la este tipo de producción. Se suele seguir la normativa internacional ISO vigente a tal efecto, la cual aporta rigor estadístico al establecimiento de planes de muestreo. En nuestro país esta normativa se publica bajo las siguientes referencias principales:

**UNE-ISO 2859-1:2012.** Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo para las inspecciones lote por lote tabulados según el límite de calidad de aceptación (LCA).

**UNE-ISO 2859-2:2012.** Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 2: Planes de muestreo para las inspecciones de lotes independientes tabulados según el límite de calidad límite (CL).

**UNE-ISO 3951-1:2012.** Procedimientos de muestreo para la inspección por variables. Parte 1: Especificaciones para los planes de muestreo simples tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote por lote para una característica de calidad única y nivel de calidad aceptable (NCA) único.

**UNE-ISO 3951-2:2012.** Procedimientos de muestreo para la inspección por variables. Parte 2: Especificaciones para los planes de muestreo simples tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote por lote de características de calidad independientes.

Las citadas normas, junto a otras complementarias o específicas<sup>8</sup>, forman un conjunto donde se establece el muestreo en función de proceso en el que intervienen diversos criterios para clasificación. El profesor Ruíz-Falcó<sup>9</sup> resume dichos criterios como sigue:

- **La naturaleza de la característica inspeccionada.** Se refiere a las **variables** (características cuantificables numéricamente, como un peso o longitud) o **atributos** (características cualitativas, del tipo existe o no existe, como un defecto).
- **La naturaleza de la población base.** Se establece en función de la continuidad de la producción o suministro, pudiendo ser **lote por lote** (producción continua uniforme), lotes independientes (no continua o uniforme) o lotes sueltos.

---

<sup>8</sup> Como normas específicas nos referimos a un número reducido de normas que regulan sólo a una familia de productos (como es el caso de la UNE-EN ISO 15545-1:1997 sobre Muestreo y criterios de aceptación para baldosas cerámicas), si bien su base estadística es, en buena medida, común a la expresada en las normas genéricas de muestreo citadas en el texto.

<sup>9</sup> Ruíz- Falcó Rojas, A. 2006. Planificación y Gestión de la Producción.

- **El número de muestras a tomar.** Así se fijan cuatro tipos de planes de muestreo:
  - **Simple.** La aceptación o rechazo se basa en una sola muestra.
  - **Doble.** Se toma una primera muestra con la que es posible aceptar o rechazar si el resultado es claramente positivo o negativo. Si es intermedio se tomará una segunda muestra. El tamaño de ambas muestras puede ser diferente.
  - **Múltiple.** El concepto es igual al doble pero con “n” muestras consecutivas.
  - **Secuencial.** Los elementos se extraen uno a uno y se van obteniendo resultados acumulados, positivos o negativos. Llegado un momento la información reunida permite tomar una decisión.

Además los textos normativos definen una serie de variables que deben ser fijadas para completar determinados tipos de muestreo, nos referimos a:

- **Límite o Nivel de calidad aceptable y calidad límite.** Son conceptos relacionados con el nivel de aceptabilidad de los productos, esto es, el porcentaje o parte de la producción que puede ser no conforme.
- **Niveles de inspección.** Se establecen tres niveles generales (I, II y III) y cuatro especiales (S-1, S-2, S-3 y S-4), que deben ser tomadas como decisión previa. Existen también tres subdivisiones (nivel reducido, normal y riguroso) que están relacionados con la aceptabilidad de los lotes muestreados con anterioridad.

Como ya hemos expresado, estos procedimientos poseen mayor afinidad con la óptica del fabricante, lo cual se pone de manifiesto también en estas normas.

La tabla 7/06 refleja una de las tipologías de plan de muestreo incluida en la normativa citada.

Letra código tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Límite de calidad de aceptación (LCA), en porcentaje de elementos no conformes y no conformidades por 100 unidades (inspección normal)																													
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000				
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re		
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Q	1 250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
R	2 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

Tabla 7/06. UNE ISO 2859-1:2012: Plan de muestreo simple en inspección normal

Fuente: AENOR.

Si nos centramos en **el control de recepción** o de productos suministrados, las técnicas estadísticas no poseen una implantación muy extendida, sirviendo de nuevo la instrucción EHE 08 como referente de actuaciones. Esta norma define los aspectos necesarios para realizar el muestreo en los componentes estructurales que se reciben en obra, tales como:

- Empleo de **criterios para establecimiento de lotes** en función del tipo de elemento a controlar.
- Fijación del **número de tomas** según las características del material.
- **Baremo de muestreo** en función del control de producción previo.
- **Creación de estimadores** para obtención de resultados con un nivel de confianza predeterminado.

En el seguimiento de una determinada población de elementos, como puede ser los diferentes suministros de un material prefabricado, los criterios estadísticos antes citados son básicos para alcanzar resultados fiables y tomar entonces decisiones con fundamentos demostrados.



## Factor Muestreo. Aplicaciones del muestreo estadístico

La aplicación de pautas estadísticas suele tener dificultades en la realidad contractual de los procesos constructivos in situ. Gonzalez Ponce<sup>10</sup> habla de un “*pacto establecido o priori*” entre el contratante y el ejecutor del control. Como hemos subrayado al inicio, más allá de las estructuras de hormigón, la normativa tampoco ayuda a establecer el muestreo, por lo que en muchos casos nos encontramos con un control de tan escasa entidad (1 o 2 muestras de inspección)<sup>11</sup> que no es posible aplicar ninguna teoría.

En este sentido el texto de Huete<sup>12</sup> incluye una propuesta sobre muestreo en inspecciones técnicas, y aunque está orientada hacia el reconocimiento de edificios, puede ser aplicable a situaciones de obra en las que la coyuntura no hace posible un muestreo más extenso.

La tabla 7/07, realizada por este autor, fija un muestreo basado en la normativa, con un nivel de confianza aceptable del 4% (máximo 4 de cada 100 elementos no conformes), pero realizando una adaptación para que el número de tomas sea reducido. Como puede comprobarse en lotes de hasta 15 miembros la muestra está formada por una sola familia (con sólo tres unidades a comprobar) y es a partir de lotes con 16 o más componentes cuando el muestreo se torna doble, debiendo llegar al escalón siguiente (lote 26-50) para que se incremente el número de muestras a tomar en cada una las dos familias.

---

<sup>10</sup> González Ponce, E. y Collado Martínez, C. 2011. Control de Calidad en obras de Edificación. Cap 3.

<sup>11</sup> A partir de los datos obtenidos tras el estudio de 153 expedientes de control reales, desarrollado en el apartado 7.2 del presente capítulo de la Tesis, hemos conocido de primera mano el desempeño de las actividades de verificación en el marco de la promociones de edificación de nuestro entorno, cuya información nos sirve para realizar puntualizaciones como la que se indica.

<sup>12</sup> Huete Fuertes R. (et al.) 2005. Protocolo de inspección técnica de edificaciones. Apdo 1.3.

Tabla de muestreo estadístico para NCA 4 %				
Tamaño del lote	Muestra 2 x n	Familia	NCA 4%	
			V	NV
3 – 15	1 x 3	Única	0	1
16 – 25	2 x 3	1ª familia	0	2
		2ª familia	1	2
26 – 50	2 x 5	1ª familia	0	2
		2ª familia	1	2
51 – 90	2 x 8	1ª familia	0	2
		2ª familia	1	2
91 – 150	2 x 13	1ª familia	0	3
		2ª familia	3	4
151 – 280	2 x 20	1ª familia	1	4
		2ª familia	4	5
281 – 500	2 x 32	1ª familia	2	5
		2ª familia	6	7

Tabla 7/07. Plan de muestreo para inspecciones técnicas con NCA 4%

Fuente: Dr. Ricardo Huete Fuertes.

En el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla, donde desarrollamos la presente Tesis, el doctorando ha participado en un trabajo de investigación para asesorar sobre la aplicación de técnicas de control en intervenciones de rehabilitación energética de edificios de viviendas sociales, promovidas por la administración pública autonómica (Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía), a través de un acuerdo con el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla.

Dentro de estos trabajos se plantea el problema de la realización de pruebas de recepción en obra de los elementos en los que se interviene. Los condicionantes operativos impiden la realización de un número elevado de ensayos, pero desde el promotor público se quiere mantener el rigor estadístico en los criterios de control.

La propuesta final de muestreo que se redacta<sup>13</sup>, basada en la normativa UNE-ISO ya referenciada, se realizó estableciendo un número de lotes de control en función del número de viviendas que constituyen la intervención a controlar. Cada lote está

<sup>13</sup> Rodríguez Jiménez, C.E. (et al.) 2014. Documento de recomendaciones para el control de calidad para el plan de intervenciones en eficiencia energética de vivienda pública en Andalucía.

constituido por un número de viviendas agrupadas, homogéneas, con tipología y origen similares. El tamaño de la muestra a ensayar o número de ensayos por lote es variable (n). En este caso se optó por muestreo simple y nivel de inspección I, con límite de calidad aceptable del 10%, adaptando uno de los tamaños de muestreo definidos en la norma. La tabla 7/08 resume el alcance propuesto.

<b>Nº Viviendas a controlar</b>	<b>Tamaño de muestra (n)</b>
0 - 15	<b>2</b>
16 - 25	<b>2</b>
26 - 50	<b>3</b>
51 - 90	<b>3</b>
91 - 150	<b>5</b>
151 - 280	<b>8</b>
281 - 500	<b>13</b>
501 - 1200	<b>20</b>

**Tabla 7/08. Resultado del trabajo de investigación para muestreo de pruebas de recepción en edificios**

Fuente: Propia.

## Síntesis del factor Muestreo

Las referencias expuestas en los apartados anteriores dejan varias ideas útiles para **entender el muestreo como factor clave en el control de calidad**. Cada una de estas nociones está vinculada a un tipo de fase concreta, de forma que existe una notable diferencia en los tratamientos del control correspondiente a una producción en cadenas industriales con respecto al llevado a cabo en procesos singulares no repetitivos de creación o montaje, como las obras de edificación:

- **Control con Técnicas Estadísticas.** Las técnicas estadísticas avanzadas son siempre de aplicación cuando la producción se realiza en serie, el número de unidades a controlar es elevado y continuo en el tiempo. Ello implica que en edificación queden circunscritas prioritariamente a los procesos de control de producción en la fabricación de productos.
- **Control mediante Técnicas Simplificadas.** Para mantener bajo control el proceso constructivo propiamente dicho (proyecto y obra), es fundamental usar un muestreo coordinado con el control de producción en fabricación, acorde con los resultados obtenidos con anterioridad al suministro, evitando duplicar los controles innecesarios. Su extensión está condicionada por las características particulares de cada intervención, pero en cualquier caso, el número de inspecciones ha de cumplir unos mínimos razonables.
- **La instrucción EHE 08** supone un referente en cuanto al tratamiento del control de recepción en obra, considerando además el doble enfoque del autocontrol del constructor y el control de contraste externo al ejecutor, lo que minimiza las actuaciones con máxima eficiencia.

Por último no debemos perder de vista lo plasmado al principio de este apartado, donde destacábamos que este factor incluye **una planificación del control en sentido amplio**. En esta línea tenemos que contemplar aspectos más allá de los volúmenes y características del objeto a controlar (lo que constituye el muestreo propiamente dicho). Se hace necesario atender también a un amplio espectro de circunstancias que concurren en las actuaciones previas al control, tales como los recursos disponibles, agentes que deben implicarse, la tipología de las muestras, los tipos de control a realizar, entre otras.

De ahí que el factor muestreo deba incluir una serie de aspectos a tener en cuenta, que podríamos llamar de contexto. En este sentido se venen precisar los controles atendiendo también a los medios disponibles así como a la naturaleza, características y fiabilidad del objeto controlado. Lo ilustraremos con **dos ejemplos**:

- El primero de ellos relacionado con **la tipología de la unidad a controlar**, donde no será lo mismo establecer un autocontrol para el equipo que realice el cálculo de una estructura estándar con programas informáticos reconocidos (limitado esencialmente a los parámetros y disposiciones de entrada y expresión de los planos y datos de salida); que si pretendemos programar la verificación de la ejecución de esa estructura con técnicas tradicionales in situ (la dependencia de una mano de obra poco cualificada obligará a realizar inspecciones sistemáticas de todas la tareas, casi sin excepción).
- En cuanto a la **elección de muestras**, un segundo caso nos sitúa ante la diferente interpretación que hay que otorgar a los resultados de ensayo. Podemos encontrarnos con que las unidades probadas se han realizado expresamente para ello (por ejemplo, una ventana solicitada ex profeso al suministrador como muestra de verificación y ensayo previa a su aceptación en obra) o si éstas se extraen aleatoriamente de su colocación definitiva (desmontar al azar unidades de carpintería ya montadas en el edificio).

## **Factor: CONTROL COORDINADO ENTRE ETAPAS**

La coordinación entre las diferentes actividades del control se infiere de la definición de trazabilidad, uno de los conceptos básicos sobre gestión de la calidad descrito en la norma UNE-EN ISO 9000:2005:

**Trazabilidad:** Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración.

Nos referimos al seguimiento histórico o temporal que debe realizarse de las prescripciones, aplicaciones y características de un determinado elemento cuando va pasando de un estadio a otro del proceso edificatorio.

Esta estructura del control debe ponerse en pie a través de una serie de mecanismos continuos e interrelacionados que le otorguen la correspondiente eficacia, los cuales analizamos.

### **Factor Coordinación. Los modos de control**

Como ya hemos recogido en los apartados 1.2 y 5.2.1 de la Tesis, las teorías clásicas dividen al control de calidad en dos partes esenciales: **Control de Producción y Control de Recepción**. El control por parte de quien produce un artículo o servicio (Control de producción) se diferencia del control que se realiza cuando dicho producto es recepcionado por su destinatario (Control de Recepción), ya que el planteamiento de cada uno difiere en sus objetivos y alcance.

De tal modo una situación típica, que representa esta dualidad, se produce cuando el fabricante de un material de construcción autocontrola de forma continuada su proceso de producción para optimizar su actividad y cumplir sus requerimientos, mientras el comprador del material realiza un muestreo de verificación que persigue minimizar el riesgo de colocar un producto que no satisfaga las prestaciones necesarias.

Este planteamiento es extensible al resto de etapas del proceso constructivo según **los modos de control** expuestos por García Meseguer, quién ha tratado en profundidad este tema.

Se trata de un modelo interpretativo de la realidad que el autor plantea en sus textos desde los años 80. Recoge un esquema en pentágono donde aparecen cinco fases principales del proceso de la construcción ligadas a cinco intervinientes: promotor (promoción); proyectista (diseño-proyecto); fabricante (materiales); constructor (construcción) y propietario (uso-mantenimiento). Se recoge esquemáticamente en la figura 7/02.

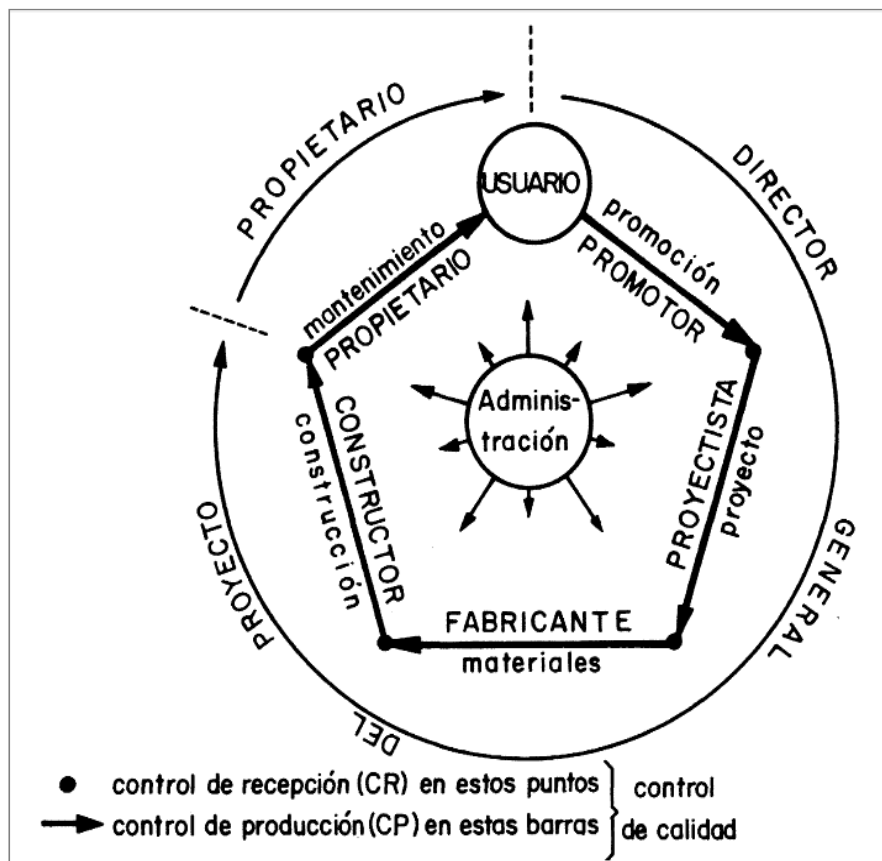


Fig. 7/02. Modelo del proceso de construcción mediante pentágono

Fuente: Álvaro García Meseguer

El proceso nace y termina en el usuario, mientras el control de calidad se articula con el doble mecanismo de control de producción y recepción.



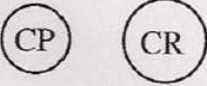
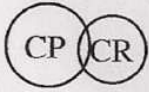
De esta forma en cada fase de la vida de un edificio se debe llevar a cabo un control que será considerado control de producción para esa etapa y de recepción para la siguiente. Esta secuencia se repite en cada etapa del pentágono de forma a modo de *“una cadena que debe ser contemplada en su totalidad”*.<sup>14</sup> En el centro la administración ejerce el papel regulador del conjunto.

El factor que estamos considerando hace alusión a este círculo de verificación coordinada de productos y servicios por parte de los intervinientes en cada una de las etapas.

<sup>14</sup> García Meseguer, A. 1980. Actuaciones para mejorar la calidad y la seguridad de los edificios. Revista Informes de la Construcción.

En el citado apartado 5.2.1 de la Tesis (dedicado a la recopilación de factores en la bibliografía) hemos podido comprobar que diversas fuentes especializadas conceden gran importancia a las comprobaciones realizadas durante la fase de elaboración de un artículo. También el congreso CONTART 2009<sup>15</sup>, citado en el capítulo 2, confronta la creciente importancia de esta idea al estar presente en gran parte de sus comunicaciones. Este punto constituye una evidente garantía visto desde la óptica del control de recepción, donde centramos nuestro modelo.

Nos encontramos entonces ante un análisis de las posibles **relaciones e influencias entre control de producción y de recepción**. Ambos funcionan con gestión independiente, por lo que se pueden producir diferentes interacciones en función de la mayor o menor armonización entre ellos. El abanico de posibilidades puede verse en la tabla 7/09 que resume la esencia de las distintas posibilidades o modos de control.

Modo	Definición	Símbolo
1	Sistema tradicional de supervisión. No existe control de calidad en el sentido actual del término.	
2	Se desarrolla un control de recepción.	
3	Se desarrolla un control de producción sin nexo alguno con el control de recepción.	
4	Se alcanza un estadio de control de recepción más control de producción combinados, con una zona común.	

**Tabla 7/09. Análisis de los Modos de Control**

Fuente: Álvaro García Meseguer

**La situación óptima es, sin duda, un solapamiento entre ambos controles (CP y CR)** que nos lleve a considerar como datos de entrada la información aportada por el productor, para establecer, en consecuencia, un control de recepción que aporte los

<sup>15</sup> Nos referimos a las comunicaciones referidas a este asunto presentadas en el área temática de calidad de la V Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica (CONTART) celebrada en Albacete en 2009.



resultados de contraste o complemento adecuados. Las bondades de esta situación son:

- Se produce **trazabilidad** continuada en toda la cadena edificatoria.
- La toma de decisiones de los agentes del proceso edificatorio podrá basarse en una **información completa y constatada**.
- El empleo de esta metodología solapada permite actuaciones adaptadas a las situaciones precedentes, **optimizando** así el control.

De tal forma la consideración e interpretación de dicha información previa que acredita al producto o servicio supone un factor decisivo para la configuración del control en cada etapa de materialización del edificio.

### **Factor Coordinación. Evaluación de la conformidad**

La verificación adecuada de características en cada actuación del control unida a la utilización coordinada de los mecanismos de control de producción y control de recepción nos abre el camino hacia la eficiencia. En definitiva, **cada control será efectivo si demuestra la adecuación su parte correspondiente del proceso y traslada los resultados a la siguiente fase.**

A este respecto es adecuado acudir de nuevo a la norma internacional UNE-EN ISO/IEC 17000:2004 denominada *“Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios generales”* que define el término “evaluación de la conformidad”, el cual se ajusta al citado proceso de verificación a realizar en cada una de las etapas:

**Evaluación de la conformidad:** Demostración de que se cumplen los requisitos especificados relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organismo.

Justamente, la evaluación para cumplimiento de especificaciones constituye el objetivo propio del control en todos los casos y es la información que necesita el receptor, de ahí que debamos contemplar el citado concepto como instrumento básico para el desempeño del modo coordinado de control que hemos concebido.

El citado texto normativo distingue tres tipos de evaluación de la conformidad:

- Actividad de **Evaluación de la conformidad de primera parte:** Es la que lleva a cabo la persona o la organización que provee el objeto.
- Actividad de **Evaluación de la conformidad de segunda parte:** Es la que lleva a cabo una persona u organización que tiene interés como usuario en el objeto.

- Actividad de **Evaluación de la conformidad de tercera parte**: Es la que lleva a cabo una persona u organización que es independiente quien la persona u organización que provee el objeto y también de los intereses del usuario en dicho objeto.

Estas nociones son fundamentales para definir el marco de objetividad en el que se tiene que mover el control, por lo que serán tratadas de forma extensa, más adelante, al exponer los condicionantes derivados de la independencia

Pero en el ámbito del factor que estamos abordando nos interesa el control que cada agente tiene que hacer en su ámbito de trabajo. En este sentido la evaluación de conformidad de primera parte está vinculada al control de producción y la de segunda parte al control de recepción, mientras la evaluación de tercera parte puede afectar a ambas. En concreto la parte que tratamos ahora hace relación directa al productor, como principal evaluador de la conformidad de sus productos, por lo que nos fijamos seguidamente en las actividades vinculadas a éste, es decir, la evaluación **de primera o de tercera parte**.

Por un lado la evaluación de la conformidad de **primera parte** es tan amplia y diversa como tratamientos diferentes pueda dar cada productor a su artículo. Aquí se engloban tanto los documentos de control interno como las fichas técnicas y manuales que se aportan al usuario, así como el Marcado CE, ya tratado en nuestra Tesis.

En todos los casos su consideración debe hacerse con cautela, pues el creador de un producto o servicio siempre tendrá la visión propia de una parte, con un autocontrol que prioriza las necesidades de producción.

En otro ámbito, para entender el funcionamiento de **la evaluación de tercera parte** debemos partir de lo expuesto para la reglamentación de la calidad y seguridad industrial.<sup>16</sup>

El Reglamento para la calidad y la Seguridad Industrial (R.D. 2200/1995) referenciado nos acercaba al concepto de certificación, que ahora retomamos.

**Certificación:** Atestación de tercera parte relativa a productos, servicios, sistemas o personas.

En la investigación que hemos llevado a cabo para nuestra tesis a partir de expedientes de control y sus fuentes<sup>17</sup>, la certificación suele constar como el mejor argumento de aval del productor y por tanto en un reflejo del control de producción.

---

<sup>16</sup> Su contenido puede confrontarse en el apartado 4.1 de la Tesis, ubicado dentro de los marcos de referencia.

<sup>17</sup> Se refiere al amplio estudio realizado sobre una muestra de 153 expedientes reales de control (apdo. 7.2 de la Tesis).

Sin embargo al abordar de un modo riguroso la certificación en el contexto que nos ocupa, debemos atender a la citada regulación normativa, considerando los puntos que se exponen seguidamente.

- La certificación, propiamente dicha, solo puede considerarse como tal cuando está realizada por persona u organismo ajenos al productor y al cliente. De ahí que hayamos descartado de este punto distintivos como el marcado CE, que es otorgado por el propio fabricante del producto.
- En consecuencia, todas las evaluaciones de primera parte, tales como el citado marcado CE o cualquier evaluación o verificación que lleve a cabo el propio productor no pueden denominarse en ningún caso como certificación. La norma UNE-EN ISO/IEC 17050-1:2004; *“Evaluación de la conformidad. Declaración de conformidad del proveedor. Parte 1: requisitos generales”* dice expresamente en una nota aclaratoria que *“para evitar confusiones con la atestación realizada por organismos de certificación, se desaconseja la expresión -auto certificación- que no debería utilizarse”*.
- La certificación puede desarrollarse a través de los tradicionales distintivos de productos, servicios o personas dentro del suministro así como por declaraciones de unidades o procesos ejecutados a nivel de proyecto u obra.
- De tal modo cualquier elemento integrante del proceso edificatorio es, a priori, certificable ya sea un material, un organismo, un sistema, una persona, un servicio o incluso el edificio completo. Aunque, por su implantación, suele asimilarse la certificación a los productos fabricados industrialmente y a los sistemas de gestión en empresas, siendo estas modalidades las que lógicamente van a tener una mayor trascendencia en el ámbito actual del control.<sup>18</sup>

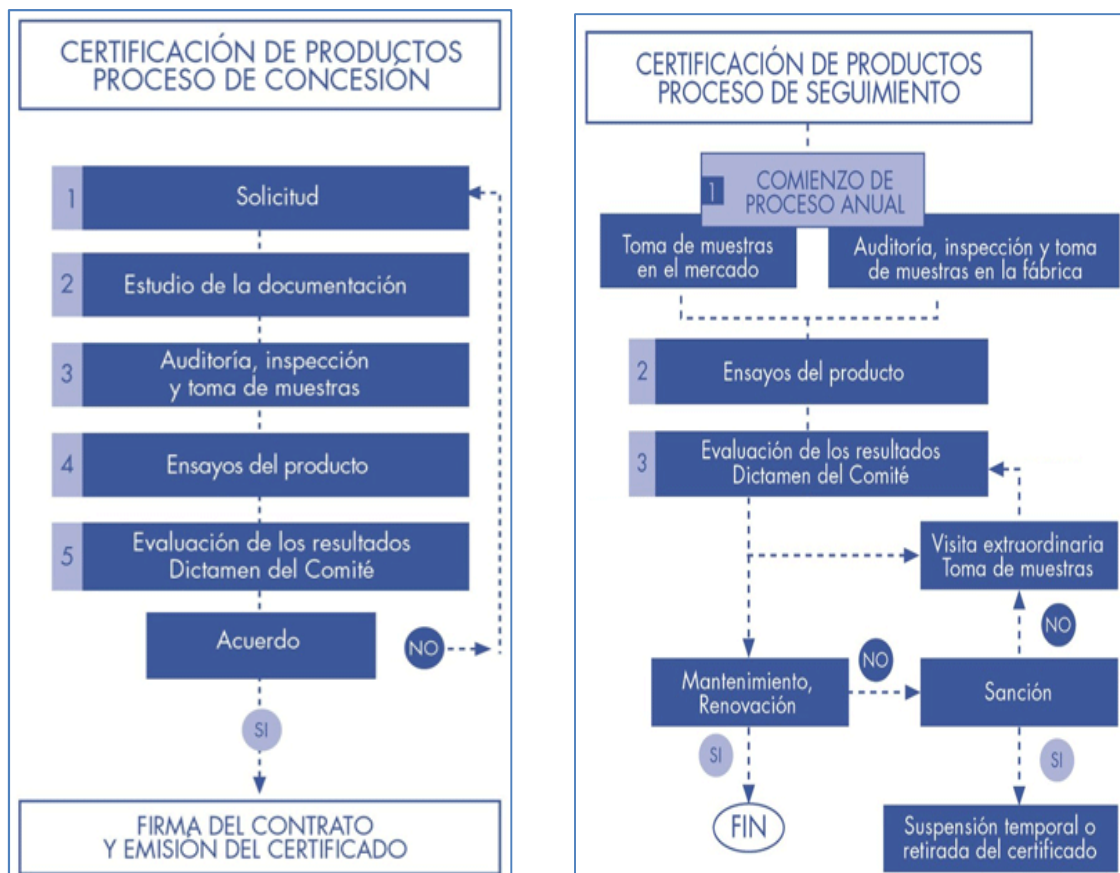
Además dos de las características definidas en la reglamentación para la certificación complementan su fiabilidad:

- **Voluntariedad:** La certificación es una verificación voluntaria, lo cual hace más efectivo el aval distintivo de un producto o sistema en relación con otros del mercado que no la posean.
- **Continuidad:** El procedimiento confiere al producto o servicio certificado un respaldo a lo largo del tiempo, ya que tras la concesión de una certificación suele existir un proceso de seguimiento con inspecciones que aseguran de forma continuada el cumplimiento de los requisitos.

---

<sup>18</sup> Cabe considerar, según lo expuesto en el apartado 4.1.2 sobre normativa para la certificación, como la regulación europea sobre certificación está centrada en este tipo de declaraciones sobre productos y empresas, fomentando su desarrollo. De ahí una de las causas de su mayor implantación.

La fig. 7/03 detalla el proceso de obtención y mantenimiento de una certificación, en este caso de un producto, con su posible suspensión en caso de incumplimiento.



**Fig. 7/03. Procesos de obtención y mantenimiento para certificación de productos**

Fuente: Escuela Politécnica de Cuenca. Universidad de Castilla La Mancha.

Para finalizar esta exposición sobre la evaluación de la conformidad, debemos hacer nueva alusión a las llamadas **Inspecciones Reglamentarias**, que no son más que aquellas verificaciones obligadas por la normativa que las regula.

Éstas poseen una estructura similar a la expresada para la certificación, lo que implica que deban realizarse por tercera parte y mediante un organismo acreditado.

Las Inspecciones Reglamentarias pueden situarse tanto en el ámbito del control de producción como del control de recepción, aunque para este último caso su enfoque exclusivo dentro de la seguridad industrial hace que sus actuaciones en la fase de ejecución se distancien de nuestra materia de estudio, pues se centran principalmente en inspecciones de instalaciones en edificios de pública concurrencia, cuyo único objetivo es evitar riesgos para la integridad de las personas, sin entrar en valorar exhaustivamente sus prestaciones o eficiencia.

Es en el ámbito del control de producción donde la inspección reglamentaria cobra mayor sentido, al igual que sucede con la certificación, por lo que las consideraciones realizadas para ésta pueden ser asimismo aplicables. Un ejemplo de esta situación lo tenemos en las Autorizaciones de Uso que la Instrucción EHE 08 obliga para los fabricantes de forjados con elementos prefabricados sin marcado CE.

### **Factor Coordinación. Organismos**

Una vez planteado el peso que tiene el concepto de la conformidad en este factor, se hace necesario añadir algunas reseñas sobre los organismos implicados.

**La certificación o evaluación de la conformidad de tercera parte**, que acabamos de exponer, pivota sobre la independencia del organismo certificador. De esta forma buscamos una evaluación que otorgue garantía veraz para las partes implicadas. En este objetivo hay que incluir necesariamente la solvencia del organismo certificador, que debe ofrecer un respaldo ecuaníme a la vez que experto para fundamentar un pronunciamiento fiable.

Al abordar el RD 2200/1995 en el apdo. 4.1.2 ya aludíamos a los organismos evaluadores de la conformidad (donde obviamente están engloban las entidades certificadoras), así como a la actuación complementaria realizada por las entidades que ratifican su solvencia mediante la acreditación.

A tal fin comenzamos plasmando la definición sobre acreditación que nos propone la norma UNE-EN ISO 17000:2004:

**Acreditación:** Atestación de tercera parte relativa a un organismo evaluador de la conformidad que manifiesta la declaración formal de su competencia para llevar a cabo tareas específicas de evaluación de la conformidad.

Existe un paralelismo entre esta noción y la propia de certificación, pues no en vano estamos ante una actividad para **“certificar al certificador”** (Fig. 7/04). La acreditación se convierte en la forma de avalar a aquellas entidades que hacen evaluación de la conformidad, tales como los organismos certificadores que ahora tratamos.

A tal fin, el Reglamento Europeo nº 765/2008 establece los requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos en la Unión Europea. Su trasposición en España la lleva a cabo el Real Decreto 1715/2010, que designa formalmente a la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) como único organismo nacional de acreditación.



Fig. 7/04. Mecanismo de certificación

Fuente: Propia

ENAC realiza acreditaciones en diferentes áreas, que van más allá de los organismos de certificación, como pueden ser los laboratorios de ensayo u entidades de calibración, cuya intervención en el control es también representativa aunque intervienen en aspectos diferentes al factor que analizamos ahora. La tabla 7/10 ilustra sobre las diferentes áreas y sus respectivos organismos de evaluación acreditados, así como la normativa de apoyo en la que se basa cada procedimiento.

EVALUADORES DE LA CONFORMIDAD	NORMA
Laboratorios de Ensayo	EN ISO/IEC 17025
Laboratorios de Calibración	EN ISO/IEC 17025
Laboratorios de Análisis Clínicos	EN ISO 15189
Entidades de Inspección	EN ISO/IEC 17020
Entidades de Certificación de Productos	EN 45011
Entidades de Certificación de Sistemas de gestión	EN ISO/IEC 17021
Entidades de Certificación de Personas	EN ISO/IEC 17024
Verificadores Medioambientales	Reglamento CE 1221/2009
Verificadores de emisiones de gases de efecto invernadero	EA-6/03 EN 45011
Proveedores de Programas de Intercomparación	ISO/IEC 17043
Productores de Materiales de Referencia	ISO Guide 34
Entidades que realizan estudios de productos fitosanitarios y de sustancias químicas industriales	Real Decreto 1369/2000 de Buenas Prácticas de Laboratorio

**Tabla 7/10. Organismos evaluadores de la conformidad para las diferentes áreas de acreditación**

Fuente: ENAC

## Factor Coordinación. Distintivos para productos novedosos

Como culminación de los procedimientos de evaluación expuestos, hemos de rescatar nuevamente lo expuesto en el marco teórico de referencia para la Tesis. En este caso debemos recurrir al apartado 4.1.2 (punto IV) sobre conformidad de productos innovadores, donde se introduce esta cuestión.

Hemos hecho patente que los sistemas novedosos o no normalizados tienen ciertas particularidades para demostrar el cumplimiento de requisitos previo a la recepción, lo cual llevan a cabo principalmente mediante distintivos a tal efecto:

**DIT:** Documento de Idoneidad Técnica.

**DAU:** Documento de Adecuación al Uso.

**ETE:** Evaluación Técnica Europea.

Estos documentos son fruto de sendos procesos de reconocimiento, que aportan un indudable respaldo al producto evaluado y por ello son decisivos al plantear el control de recepción durante la ejecución del edificio.

En estos casos el desconocimiento del producto recién creado genera una coyuntura que difiere con respecto a los productos normalizados, y que podemos resumir con tres argumentos:

- **Menor aval:** Las posibilidades de aplicar controles de producción comunes basadas en la normativa (tales como certificación o marcado CE) se reducen notablemente en artículos novedosos.
- **Mayor incertidumbre:** A consecuencia de lo anterior, la presencia de productos o sistemas novedosos incrementa las dudas en las decisiones a tomar durante la recepción.
- **Mayor Riesgo para el utilizador:** Estas circunstancias aumentan objetivamente el riesgo de fallo ya que la ausencia de experiencia previa suficiente impide contar con límites, especificaciones o criterios objetivos empíricamente.

Los distintivos para los sistemas innovadores no sólo sirven para la verificación de características sino que proporcionan una sólida guía de uso que, a su vez, orienta sobre el control de recepción a plantear. De ahí que posean un papel predominante a la hora de tomar decisiones en materia de control.

Su empleo está limitado sólo a los casos donde intervienen productos y sistemas, ya que por el momento desconocemos la existencia de evaluaciones generalizadas para servicios u otro tipo de innovaciones (como por ejemplo los propios métodos novedosos para ensayo).

## Colofón del factor Coordinación

El flujo de información entre los distintos controles de producción y recepción crean un sólido puente de unión entre las diferentes etapas, trasladando los resultados de inspección del proceso productor como garantía al utilizador.

La existencia de información fiable a la recepción conlleva un planteamiento diferenciador del control posterior a desarrollar, donde pueden contemplarse:

- **Se optimiza el control** al existir un flujo de información entre fases, como por ejemplo en las reducciones del muestreo para productos certificados (establecidas en la Instrucción EHE 08 y analizadas en nuestro apartado sobre el factor muestreo).
- **El control de una actividad cobra mayor eficacia**, pues no parte de cero y puede centrarse en pruebas complementarias tras un mero contraste de lo certificado al productor.
- **La toma de decisiones se realiza con fundamentos** cuantitativa y cualitativamente más abundantes (poseemos más resultados y éstos pueden ser de mayor rango, dada la capacidad del productor de realizar pruebas de gran envergadura, como por ejemplo los ensayos al fuego de elementos constructivos).
- **La concepción del edificio como un único producto**, sea cual sea el periodo en el que nos situemos, poniendo en valor cada actividad a través de los sucesivos registros de información sobre elementos integrantes (por ejemplo, el mantenimiento y conservación de un inmueble pueden mejorarse notablemente con la existencia de una documentación completa y adaptada a ese fin, procedente de las verificaciones realizadas por los intervinientes en las fases anteriores del proceso edificatorio).

En definitiva **la influencia en el control de la coordinación** entre verificaciones realizadas cada una de las actividades del proceso **parece ser manifiesta en el análisis realizado**, por lo que el conjunto de conceptos y mecanismos expuestos deben ser considerados dentro del factor propuesto.



## **Factor: CRITERIOS DE ACEPTACIÓN/RECHAZO**

Las decisiones derivadas del control guardan una estrecha vinculación con la planificación previa o establecimiento del muestreo pese a su distancia de aplicación cronológica.

En concreto, **ponemos la vista ahora en los criterios para validar o rechazar los resultados fruto de las inspecciones**. Su utilidad es obvia, pues de nada sirve llevar a cabo un exhaustivo muestreo y control si los parámetros medidos carecen de límites consensuados (por ejemplo determinar periódicamente la composición química de la pintura suministrada en obra no arroja ninguna luz sobre este material si no existen límites normativos o no se ha fijado su dosificación óptima).

Como consecuencia de lo anterior para el análisis de este nuevo factor recurriremos a lo ya expuesto para el factor muestreo, siguiendo parte de la estructura expositiva.

### **Los criterios de aceptación y rechazo en la normativa obligatoria**

#### **EHE 08**

La valoración de los resultados del control está tratada de forma modélica en la Instrucciones sobre estructuras y en particular en la Instrucción sobre hormigones.

La EHE 08 **establece con precisión todos los criterios y límites** de aceptación en los diferentes puntos objeto de control tanto a nivel de cálculo (proyecto) como en obra (ejecución y materiales). Se incluyen artículos específicos con criterios de aceptación o rechazo y decisiones derivadas del control (como en el caso del control de hormigón) así como un anejo completo para tolerancias de ejecución.

Sirve de ilustración en este particular la siguiente tabla 7/11 de la Tesis, la cual recoge la numerada como 86.5.4.3ª en la citada norma, donde figuran los estimadores de aceptación del control de la resistencia a compresión del hormigón

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
Control de identificación		
1	$x_i \geq f_{ck}$	
Control de recepción		
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 s_N \geq f_{ck}$	
3	$f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_3 s_{35}^* \geq f_{ck}$	A partir de la amasada 37ª $3 \leq N \leq 6$ A las amasadas anteriores a la 37ª, se les aplicará el criterio nº 2

Tabla 7/11. EHE 08: Criterios de aceptación de lotes de control de la resistencia a compresión del hormigón.

Fuente: Ministerio de Fomento

### El Código Técnico de la Edificación (CTE)

El carácter **prestacional** del CTE (ya citado con anterioridad) deja libertad a los agentes para establecer los controles que se estimen necesarios, mientras la norma suele fijar sólo las prestaciones genéricas a alcanzar por los elementos. De tal forma muchos de los parámetros que pueden ser medidos al realizar controles no llegan a limitarse en el articulado del código.

La estanqueidad de los diferentes elementos que conforman la envolvente ilustra bien sobre el alcance del Código para establecer criterios, pues el vigente Documento Básico sobre protección frente a la humedad (CTE DB HS 1) fija los grados de impermeabilidad de cerramientos y cubiertas en su conjunto y determinadas condiciones constructivas, pero nada nos aporta si deseamos obtener las exigencias concretas para parámetros tan comunes y útiles como la estanqueidad al agua en ventanas o la regulación de pruebas de estanqueidad sobre cubiertas.

Las limitaciones alcanzan, como máximo, a determinadas propiedades, tal como se recoge en las siguientes figuras, pertenecientes al mencionado DB HS 1:

- En la figura 7/05 de la Tesis podemos ver el apartado sobre características exigibles (numerado como 4.1 en el documento normativo) dónde se distingue una serie de características físicas prescritas para definir los componentes de la hoja principal de la envolvente.
- Sin embargo de éstas propiedades físicas comprobamos como el texto del HS 1 recoge tan sólo algunos límites numéricos concretos, que detallamos.

- En el artículo 4.1.2 sobre condiciones exigibles a los productos, figura la absorción y succión para bloques de hormigón (fig. 7/06).
- En el artículo 2.3.2 la norma cuantifica la succión del ladrillo cerámico y la absorción de la piedra natural (fig. 7/07).
- No se aportan más parámetros límite de ensayo para los muchos elementos que pueden conformar las diferentes capas de la hoja principal y huecos de una fachada, ni se concreta ningún estimador para resultados de un supuesto muestreo, por lo que éstos baremos deben ser fijados por los responsables de cada actuación concreta.

#### 4.1 Características exigibles a los productos

##### 4.1.1 Introducción

- 1 El comportamiento de los edificios frente al agua se caracteriza mediante las propiedades hídricas de los productos de construcción que componen sus cerramientos.
- 2 Los productos para aislamiento térmico y los que forman la *hoja principal* de la fachada se definen mediante las siguientes propiedades:
  - a) la absorción de agua por capilaridad [ $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0.5})$  ó  $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ];
  - b) la *succión* o tasa de absorción de agua inicial [ $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ ];
  - c) la *absorción* al agua a largo plazo por inmersión total ( $\%$  ó  $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

Fig. 7/05. CTE. DB HS-1: Definición de los productos para hoja principal de fachadas

Fuente: Código Técnico de la Edificación

##### 4.1.2 Componentes de la hoja principal de fachadas

- 1 Cuando la *hoja principal* sea de bloque de hormigón, salvo de bloque de hormigón curado en autoclave, el valor de *absorción* de los bloques medido según el ensayo de UNE 41 170:1989 debe ser como máximo  $0,32 \text{ g}/\text{cm}^3$ .
- 2 Cuando la *hoja principal* sea de bloque de hormigón visto, el valor medio del coeficiente de *succión* de los bloques medido según el ensayo de UNE EN-772 11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006 y para un tiempo de 10 minutos debe ser como máximo  $3 [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$  y el valor individual del coeficiente debe ser como máximo  $4,2 [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ .
- 3 Cuando la hoja principal sea de ladrillo o de bloque sin *revestimiento exterior*, los ladrillos y los bloques deben ser caravista.

Fig. 7/06. CTE. DB HS-1: Límites a los componentes de la hoja principal de la envolvente recogidos en el artículo 4.1.2. de la norma.

Fuente: Código Técnico de la Edificación

**H) Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:**

H1 Debe utilizarse un material de *higroscopicidad* baja, que corresponde a una fábrica de:

- ladrillo cerámico de *succión*  $\leq 4,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}$ , según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006;
- piedra natural de *absorción*  $\leq 2\%$ , según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.

**Fig. 7/07. CTE. DB HE-1: Resto de límites a los componentes de la hoja principal de la envolvente recogidos en el artículo 2.3.2. de la norma**

Fuente: Código Técnico de la Edificación

### **Factor Criterios. Otras referencias**

La derivada inmediata de lo expuesto en los puntos precedentes es la ausencia de criterios de aceptación rechazo en la legislación preceptiva para una buena parte de aspectos del edificio.

**La normativa no obligatoria y las fuentes especializadas** están llamadas a cubrir esta necesidad de criterios. El número de fuentes al respecto es tan especialmente extenso que se hace ineludible seleccionar su adaptación a cada caso.

Toda búsqueda de fuentes debe tener presente que este factor tiene una orientación pragmática en el proceso edificatorio. Necesitamos establecer pautas para los diferentes aspectos de control de forma que se pueda contar con criterios de aceptación en base al uso, funcionalidad y entorno de las diferentes partes de una edificación.

Este objetivo se sitúa en un plano superior al de los requisitos esenciales para comercializar productos y servicios. Nos referimos a las disposiciones incluidas en los anexos de la normativa armonizada, que sirve de base para el marcado CE, las cuales no incluimos como base de especificaciones completa para este fin. Dichas disposiciones se enmarcan dentro de lo dispuesto en el Reglamento Europeo de Productos de Construcción, que obliga exclusivamente a definir las características básicas que deben satisfacerse para comerciar artículos sin comprometer la seguridad de las personas, animales, bienes y medioambiente.

En otro orden, la selección de fuentes para fijar criterios debe atender al crédito, objetividad y rigor de las mismas. De esta manera debemos buscar un contraste para las prescripciones de uso que los fabricantes o productores suelen incluir de su producto, debido a un principio lógico de independencia de las partes interesadas, en la línea con otras referencias expuestas a lo largo de la Tesis.

A tenor de lo anterior exponemos seguidamente una selección no cerrada de fuentes destacadas que pueden contribuir a establecer estos criterios.

### ***Normativa UNE-EN***

En el campo de la construcción, la correspondiente normativa nacional UNE de AENOR y la Europea EN, desarrollada a instancias del Comité Europeo de Normalización (CEN), suponen el conglomerado de especificaciones más extenso con el que podemos contar.

En los miles de textos publicados tienen cabida diferentes alcances; nos encontramos con contenidos que pueden ir desde la regulación de métodos de ensayo hasta criterios de clasificación y características de productos (en algunas ocasiones conjuntamente con los requisitos para marcado CE antes tratados). En otras ocasiones la regulación afecta al diseño o la ejecución, como por ejemplo la norma UNE 136020:2004 denominada *“Código de práctica para el diseño y montaje de cubiertas con tejas cerámicas”* o las diferentes partes de la norma UNE 104400 sobre instrucciones de puesta en obra de impermeabilización.

### ***ITEC. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña***

Este organismo ha venido desarrollando desde 1990 una base de datos para Control de Calidad con criterios para diseñar e interpretar actuaciones de control de calidad.

Bajo el título *“Control de Calidad”* se publicó inicialmente un compendio escrito que posteriormente derivó en la base de datos denominada *“Banco de criterios para control de calidad”* la cual se actualiza anualmente.

Esta prestigiosa institución plasma en estos documentos un vasto y detallado conjunto de criterios, parámetros y guías para el desempeño del control de calidad en las diversas unidades de la construcción de edificios y obras civiles.

**Por otro lado** podemos citar también algunas fuentes de mayor antigüedad, donde se han publicado compendios de recomendaciones y criterios técnicos que merece atender. De hecho buena parte de estos documentos son utilizados aún en nuestros días, aunque es necesario subrayar que la información aportada no siempre se encuentra adaptada a la tecnología, legislación y recomendaciones constructivas actuales:

### ***Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE)***

Se publicaron desde 1973 hasta 1986 por el Ministerio de obras públicas y urbanismo y comprenden especificaciones que regulan cada uno de los aspectos que intervienen en el proceso edificatorio, con una estructura de contenidos, por cada unidad, según los siguientes puntos:

- Diseño
- Cálculo
- Construcción
- Control
- Valoración.
- Mantenimiento.

No han tenido nunca carácter obligatorio y se encuentran recogidas dentro de las recomendaciones técnicas propuestas actualmente por el Ministerio de Fomento para edificación, siendo común su aplicación en proyectos y obras contemporáneas.

Su alcance abarca la práctica totalidad de unidades del edificio. En concreto existen familias de normas para los siguientes apartados:

- Acondicionamiento del terreno.
- Cimentaciones.
- Estructuras.
- Fachadas.
- Instalaciones.
- Particiones.
- Cubiertas
- Revestimientos

En el anejo 11.2 de la Tesis se detalla un cuadro con todos los documentos publicados como NTE.

**Recomendaciones INCE**

El desaparecido Instituto Nacional para la Calidad en Edificación (INCE) publicó en 1981 un grupo de recomendaciones técnicas para recepción de diversos materiales en obra, en concreto fueron:

- Ladrillos cerámicos cara vista
- Ladrillos cerámicos para revestir
- Tejas cerámicas
- Paneles de yeso y escayola para tabiquería
- Placas y piezas accesorias de amianto cemento para cubiertas
- Yesos y escayolas para conglomerantes y revestimientos

Estos documentos no tendrían mayor representación de no ser porque fueron, en cierta medida, precursores de los posteriores Pliegos de Recepción de materiales, normativa obligatoria que hoy se encuentra mayoritariamente derogada:

- RY 85. Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción. (derogado)
- RL 88. Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción. (derogado)
- RB 90. Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción. (derogado)
- RCA 92. Instrucción para la recepción de cales en obras de estabilización de suelos. (derogada)
- RC 08. Instrucción para la recepción de cementos. (único en vigor)

**Factor Criterios. Criterios estadísticos**

Tal como reflejábamos en el análisis del factor muestreo, la normativa base estadística allí referenciada<sup>19</sup> desarrolla también criterios de aceptabilidad, los cuales frecuentemente van unidos. A diferencia de lo anteriormente tratado, no se trata de buscar límites cuantitativos a los diferentes parámetros a controlar en una unidad (resistencia, estanqueidad, etc.), sino de pautas estadísticas para fijar el número de unidades validas y no validas que son necesarias para aceptar o rechazar un lote de producción o para tomar medidas adicionales de control.

---

<sup>19</sup> Nos referimos principalmente las dos primeras partes de la UNE-ISO 2859 y UNE-ISO 3951.

Tal es el caso de los muestreos simple, doble, múltiple o secuencial, los cuales se definen por el número de tomas en relación con las necesarias para dar por válido el lote de control. Del mismo modo el nivel de calidad aceptable es un criterio propio de aceptabilidad que incorpora un tamaño de muestra determinado. Todo ello ha quedado expuesto al tratar el muestreo.

En este sentido cabe abundar en los conceptos de “**variables**” y “**atributos**” que las citadas normas distinguen como criterios de control de las características de un producto. Recordaremos que se llaman “variables” cuando la característica a controlar es un parámetro físico medible entre un rango de valores numéricos (como por ejemplo la resistencia de un acero, la densidad de un aislamiento, etc.). En cambio son “atributos” aquellas especificaciones que sólo pueden medirse cualitativamente, ya que se trata de manifestaciones que pueden aparecer o no, pero es impropio una magnitud de cuantificación para cada una de ellas (por ejemplo la aparición de fisuras o manchas en una baldosa, las filtraciones en una ventana, etc.).

La aplicación de dichos conceptos a determinadas técnicas de control tradicionales resulta de gran utilidad para la verificación de procesos en serie; tal es el caso de los histogramas o los gráficos de control. Estos últimos han sido tratados al exponer las herramientas tradicionales para el control (apdo. 5.1.2), donde resaltábamos su funcionalidad a través del establecimiento de límites, lo cual les dota de capacidad para aceptar o rechazar unidades y decisiones derivadas. En el control por atributos los límites numéricos se establecen con el montante de determinaciones positivas o negativas observadas (porcentaje de productos defectuosos, nº de elementos rechazados por fisuras, etc.).

## Factor Criterios. Análisis de los criterios referenciados

Siguiendo el orden expuesto, realizaremos unas breves consideraciones sobre los criterios relacionados con el fin de poder entender mejor sus posibilidades de aplicación.

En consecuencia atendemos en primer lugar a la **normativa obligatoria** aplicable donde nos encontramos con diferentes enfoques. Ello hace que, más allá de las estructuras de hormigón y acero, en la mayor parte de los casos sólo queden definidos aspectos parciales. Es la situación que presenta en general el CTE, centrado en objetivos y prestaciones, donde los intervinientes poseen libertad para precisar cómo alcanzarlos.

No existe reglamentación obligatoria específica para unidades constructivas como particiones, carpinterías interiores, revestimientos, acabados así como algunos elementos de la envolvente. Además muchos de estos capítulos no estructurales carecen de prescripciones necesarias para el control de los diferentes procesos. Nos



referimos a un déficit de precisión en las limitaciones que afecta, en mayor o menor medida, a los siguientes aspectos:

- Limitaciones de diseño y utilización.
- Acciones a realizar tras obtener resultados de un muestreo.
- Tolerancias de ejecución.
- Ciertas magnitudes físicas de los materiales (como se ha detallado en los ejemplos del CTE).
- Metodología de ensayos in situ e interpretación y valoración de sus resultados.
- Condiciones de uso de los productos.
- Incompatibilidades entre sistemas y componentes.
- Criterios cuantificables para durabilidad y mantenimiento.

Esta situación puede llegar a generar dificultades en el momento de la toma de decisiones, ya que no estar cubierto por reglamentación obligatoria acentúa las incertidumbres.

**Podemos ilustrar esta problemática** través de la ejecución de una unidad de revestimientos muy común en nuestros edificios; los chapados y alicatados. Estos revestimientos se colocan preferentemente en paramentos verticales sujetos al soporte mediante conglomerantes cementosos.

Existe una notable ausencia de límites para sancionar las condiciones relativas a la adherencia de las piezas, lo que genera diversas patologías con desprendimientos (imagen 7/01).



**Imagen 7/01. Patología por desprendimiento de alicatados**

Fuente: Propia

Destacamos algunos puntos de incertidumbre derivados:

- a. Los materiales componentes pueden tener referencias que limiten sus características básicas. Pero estamos hablando de ensayos de laboratorio en el que se somete al producto a unas condiciones normalizadas, clasificándose según los resultados. La imagen 7/02 refleja esta situación en el ensayo de adherencia de una plaqueta cerámica fijada con adhesivo cementoso según UNE-EN 1348:2008. Se trata de una prueba en laboratorio donde las probetas se colocan sobre un soporte estándar en horizontal y son curadas en condiciones óptimas, traccionándose posteriormente a través de una sufridera circular.



**Imagen 7/02. Imagen de ensayo de adherencia en laboratorio**

Fuente: Instituto de Promoción de la Cerámica (Diputación provincial de Castellón)

- b. Sin embargo las especificaciones finales deben pasar también por las condiciones de ejecución. Es necesario conocer la adherencia requerida para mantener la estabilidad del chapado sobre el soporte concreto en el que se coloca y en sus condiciones de entorno (variables térmicas que influyen en las dilataciones, rigidez, etc.).
- c. Consecuentemente un producto puede tener gran capacidad adherente nominal o teórica pero no ser compatible con los materiales y sistemas constructivos empleados (ej: Mortero de cemento para piedras de baja absorción colocadas en fachada plana de gran superficie. Imagen 7/03).



**Imagen 7/03. Desprendimiento de aplacado de piedra en fachada**

Fuente: Propia

- d. No existen parámetros en la normativa que nos fijen las prescripciones condicionantes de estas soluciones (en el ejemplo anterior, deberíamos conocer la adherencia mínima necesaria in situ o la distancia máxima entre juntas elásticas de trabajo). Además tampoco se nos aportan la formulación para valorar conjunto de resultados que arrojaría un muestreo.
- e. Por tanto, aunque se realicen determinaciones in situ como medir la adherencia (imagen 7/04), nos encontramos ante aspectos no normalizados cuya interpretación de resultados debe realizarse sin el paraguas de unas referencias objetivas basadas en el consenso, la experiencia contrastada o la investigación.



**Imagen 7/04. Ensayo de adherencia in situ sobre alicatado**

Fuente: Propia

Ante la ausencia de límites concretos en la legislación, es necesario analizar **fuentes alternativas no prescriptivas** cuyo contenido se ha analizado anteriormente.

La búsqueda de pautas para validar los resultados del control en un variado conjunto de publicaciones, requiere tener presentes determinados matices.

- Por un lado el empleo de criterios no obligatorios conlleva la dificultad de elección dentro del amplio bosquejo de referencias y publicaciones, de forma que es necesario contar con la fiabilidad y la adecuación de los baremos utilizados.
- De otra parte la fijación de criterios para aceptación/rechazo en las fuentes solventes es dispar, pues sólo en determinadas unidades podemos alcanzar el óptimo propuesto en los cinco niveles de especificación referenciados en el apdo. 4.1.1 de la Tesis y que ahora citamos de nuevo:
  - 1. Objetivos
  - 2. Requisitos funcionales
  - 3. Requisitos operativos
  - 4. Verificación
  - 5. Ejemplo de soluciones

## Factor Criterios. Toma de decisiones

Una vez sentados los criterios correspondientes, el último paso corresponde con la toma de decisiones derivadas, siendo en general **el final del proceso controlador**. En principio se trataría de una acción inmediata donde las opciones vienen supeditadas sólo por los condicionantes técnicos y organizativos (por ejemplo la decisión entre demoler o reforzar un elemento estructural rechazado por los ensayos de resistencia).

Sin embargo en el contexto legislativo de la edificación, ese punto cobra un mayor relieve que no debe pasar desapercibido al análisis, dado que, aunque hayamos conseguido encontrar un criterio con suficiente detalle y fiabilidad, la consecuente decisión se enfrenta a ciertas particularidades para ser aplicada. Lo resumiremos en dos puntos:

### *Diversificación del mando*

El proceso edificatorio tiene una estructura de mando diversificada, a diferencia de otras industrias donde el mando para todas las actividades se engloba en el organigrama de una sola empresa, conocido como mando único<sup>20</sup>. En edificación la distribución de responsabilidades está repartida entre los diferentes agentes participantes cuya vinculación, salvo excepciones, está limitada a los términos de un contrato mercantil. Existen, por tanto, compromisos mayoritariamente ocasionales entre participantes que poseen trayectorias e intereses diferenciados. Así el fabricante de un automóvil, como figura unificada, es responsable del diseño, montaje, componentes, garantías etc., mientras en una promoción de viviendas la responsabilidad del proyecto, la ejecución, los materiales y demás facetas está claramente ramificada.

Como consecuencia de esta estructura potestativa, cuando los criterios de aceptación o rechazo seleccionados para un resultado de control no están recogidos en la legislación prescriptiva o en el contrato correspondiente, la decisión derivada debe contar con el consenso suficiente entre los agentes implicados. Si los participantes implicados no comparten la opción elegida, puede existir dificultad legal para imponer una acción fuera de las “reglas de juego” establecidas.

### *Capacidad decisiva del controlador*

Si atendemos a los agentes designados por la LOE como controladores específicos (entidades de control y laboratorios) que centran nuestro trabajo, su capacidad resolutoria está circunscrita principalmente al ámbito de la realización de los controles

---

<sup>20</sup> Esta situación es la que algunos autores, como Garrido Hernández, denomina industria de mando único. Ello queda expuesto con detalle en su publicación de 1995 “Aseguramiento de la calidad en construcción”.

conforme a las especificaciones existentes. El control no posee, a diferencia también de otras industrias, capacidad decisoria en cuanto a la aceptación o rechazo de unidades.

El artículo 14 de dicha norma<sup>21</sup>, que define a los citados organismos, expresa inequívocamente que su misión es *“prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable”*. La prestación de asistencia técnica no incluye, en modo alguno, la toma de decisiones derivadas dentro del proceso de producción.

Esta situación particular de “policía no sancionador” conlleva que la información del control tenga que ser de continuo trasladada, interpretada, asumida y aplicada por el agente decisor<sup>22</sup>, con un flujo masivo que puede hacer perder eficacia al proceso.

### Colofón del factor Criterios

El conjunto de apreciaciones realizadas en el estudio de los criterios de aceptación y rechazo nos conducen a distinguir dos reflexiones finales:

- a. Los resultados de las actividades de control pivotan, de algún modo, en torno a **las decisiones a tomar** tras la obtención de resultados.
- b. Los criterios de aceptación y rechazo conforman así **una variable determinante** en la fase final del control de calidad.

Este factor integra estas reflexiones y todas las consideraciones detalladas en este apartado, **lo cual confirma plenamente su carácter decisivo** para la operatividad de las actividades de control.

---

<sup>21</sup> El texto completo de este artículo 14 LOE se ha reflejado en el apartado 4.1.2 correspondiente al marco legislativo aplicable.

<sup>22</sup> La toma de decisiones recae habitualmente en el proyectista en fase de diseño y la dirección facultativa en fase de obra, aunque también pueden ser otras figuras.

### 7.1.3 Análisis de Factores relacionados con los conceptos

---

#### *Factores relacionados con los conceptos*

Retroalimentación

Vulnerabilidad

---

#### **Factores: RETROALIMENTACIÓN y VULNERABILIDAD**

El estado del arte nos lleva ahora al análisis de factores relacionados con las ideas o conceptos. Los dos factores que tratamos en este apartado se pueden englobar dentro del campo de la durabilidad del edificio, el cual emana directamente de la definición de calidad.

En efecto, el consenso nos lleva a asumir que calidad es esencialmente adecuación al uso<sup>23</sup>, por lo que el edificio de calidad debe cumplir con unos requerimientos de utilización durante un tiempo determinado. Este periodo de tiempo en que el edificio satisface los requisitos exigidos debe ser conocido previamente y aceptado por el usuario; nos referimos a un periodo de durabilidad óptima que se convierte, a tenor de lo anterior, en un requisito básico para la calidad.

#### **Factores Retroalimentación y Vulnerabilidad. Enfoques**

Las vías para cosechar los datos idóneos de durabilidad son diversas y suelen estar muy relacionadas con el estudio de fallos o patologías constructivas. Y aunque el concepto patología tiene una naturaleza diferente a la materia que tratamos, el análisis de los tratamientos de anomalías o disfunciones en el edificio puede guiarnos en la interpretación de los dos aspectos relacionados con la durabilidad que conforman los factores analizados. Ambos guardan una estrecha vinculación entre sí, por lo que una primera aproximación podría detallarse como sigue:

- **La Retroalimentación** es una noción basada en el estudio de reclamaciones y demandas de daños o siniestros que se presentan a tenor del uso de una edificación. Se trata de fijarse en aquellos puntos principales que producen descontento en los usuarios de los edificios para prevenir su aparición en

---

<sup>23</sup> Definición de Calidad de J. Juran.

nuevas actuaciones y perfeccionar así el proceso. Es por ello que hablamos de un tratamiento propio de retroalimentación (lo que se denomina con el anglicismo “feedback”).

- Los riesgos son pieza clave llegar a los puntos vulnerables de una construcción. De ahí que se emplee el término **vulnerabilidad** para referirse a esa mayor o menor posibilidad de deterioro de las unidades que integran el edificio. Es un proceso propio de prevención de futuros daños que se basa, entre otros fundamentos, en la experiencia de funcionamiento del edificio. Para el establecimiento de un modelo de control debemos considerar todos aquellos aspectos que alteran el riesgo y afectan a la vulnerabilidad de los diferentes elementos.

Ambos elementos, retroalimentación y riesgo (mejor denominarlo vulnerabilidad), comparten una idea común; el aprendizaje de lo ya realizado nos conducirá inequívocamente a mejorar las prestaciones en futuro. Es un posicionamiento relacionado directamente con **la cultura de la prevención**, cuya utilidad está fuera de duda.

En cuanto a las fuentes para profundizar en esta materia, nuestra investigación ha sido guiada a través de las siguientes referencias:

- En el caso del **factor retroalimentación**, éste se justifica por la existencia de incumplimientos en las prestaciones del edificio. Por consiguiente, el estudio de reclamaciones y demandas es la principal fuente que nos puede mostrar los posibles puntos de insatisfacción de los usuarios. Nos referimos particularmente a las reclamaciones de daños constructivos y a los fallos de carácter técnico detectados en los inmuebles en uso, los cuales pondrán en evidencia aquellos elementos susceptibles de mejora durante el proceso constructivo.

Si bien los estudios de fallos y patologías en construcción están ampliamente tratados en la bibliografía existente, en el campo de las reclamaciones y demandas de los usuarios de inmuebles son reducidos los datos e investigaciones accesibles que muestren con amplitud suficiente el comportamiento de la construcción a lo largo del tiempo.

- En el segundo supuesto, **el factor vulnerabilidad**, su presencia es consecuencia de la existencia de riesgos. Por tanto debemos centrarnos en los análisis de riesgos, donde figura un importante conjunto de textos y normativa publicada, aunque son más escasos los autores que incluyen un enfoque del análisis con vinculación a las áreas de control y prevención.



## Factores Retroalimentación y Vulnerabilidad. Referencias

Algunos autores tratan esta materia desde el punto de vista de la siniestralidad, como es el caso de la línea genérica marcada por los capítulos sobre Gerencia de riesgos y de siniestros recogidos por Merchán Gabaldón<sup>24</sup>, autor de referencia en materia de control, quien ha sido citado con antelación.

El objetivo de este punto es recabar un conjunto amplio de datos sobre las causas de anomalías que puedan servir para realizar conclusiones útiles en nuevas actuaciones.

En ese sentido hemos seleccionado un grupo de fuentes donde se han hallado aportaciones estadísticas, en materia de reclamaciones y análisis de riesgos, relevantes para nuestra investigación.

### **Dr. Sergio Vera**

El doctor Arquitecto y profesor de la Universidad Politécnica de Madrid, Sergio Vera, ha realizado trabajos de **investigación sobre análisis de riesgo y control de calidad** que se plasman en documentos como su propia tesis doctoral<sup>25</sup>. En estos estudios podemos encontrar abundantes reseñas entre las que señalamos las expuestas en los puntos siguientes:

1. En primer lugar podemos destacar los datos de un interesante estudio que incluye como fuente de sus investigaciones. Se trata del realizado en Canadá por Miroslav Matousek en 1983, sobre causas de errores en edificación<sup>26</sup>.

Este trabajo canadiense analiza las causas de los fallos detectados y aporta las acciones que, según su criterio, podrían haber evitado los errores, destacándose como en un 55% de casos el control hubiese sido una actividad suficiente para corregir la causa.

A continuación se reflejan dos figuras con los gráficos que resumen la información referenciada.

---

<sup>24</sup> Merchán Gabaldón F. 1999. Manual para la dirección integrada de proyectos u obras. Cap XIII y XIV.

<sup>25</sup> Vera Sánchez, S. 2001. La Calidad Técnica en los Proyectos de ejecución de viviendas.

<sup>26</sup> Matousek, Miroslav. 1983. Measures against errors in the building process.

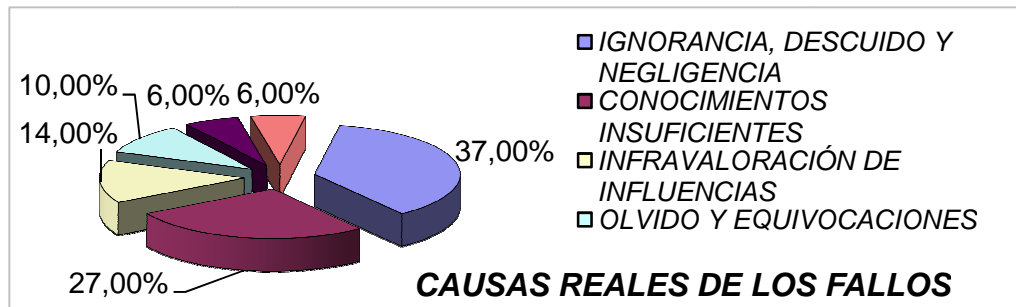


Fig. 7/08. Datos de causas de Fallos. Estudio de Miroslav Matousek

Fuente: Dr. Sergio Vera

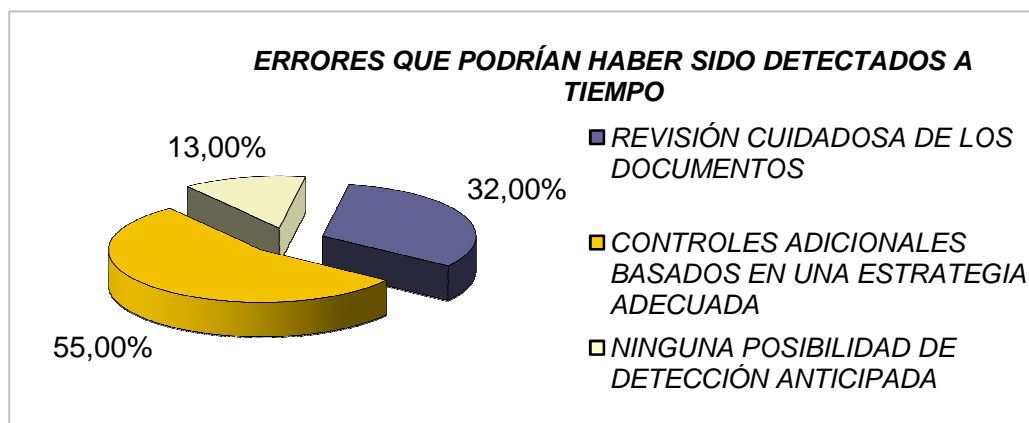


Fig. 7/09. Datos de detección de errores. Estudio de Miroslav Matousek

Fuente: Dr. Sergio Vera

2. El Dr. Vera refleja también los datos de la principal aseguradora de responsabilidad civil del colectivo de arquitectos españoles, la mutua ASEMAS. Aunque son cifras anteriores a 2001, la estadística de siniestros atendidos por el seguro ya nos ofrece una distribución de unidades afectadas donde van quedando patente grandes diferencias y marcando puntos de atención prioritarios.

El siguiente gráfico resume los valores.

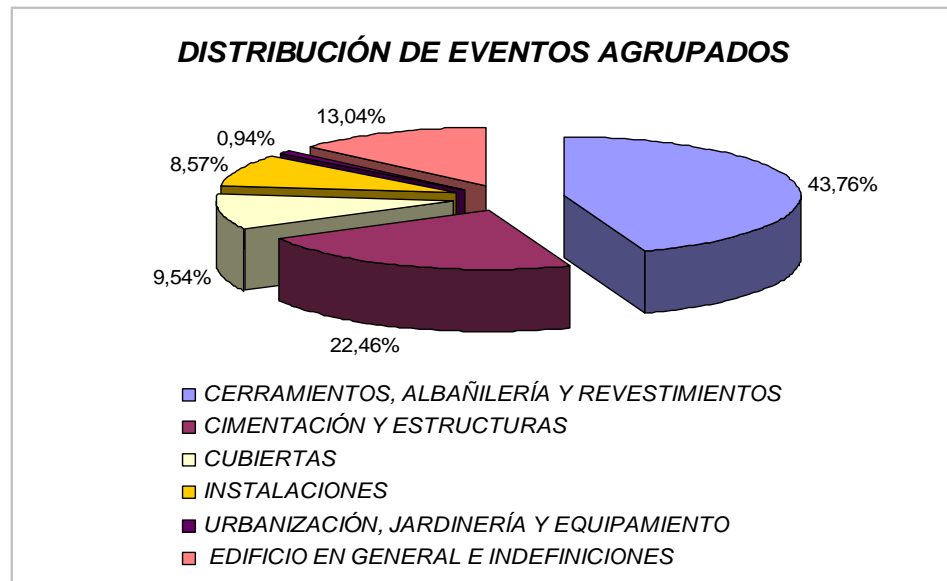


Fig. 7/10. Distribución de datos de siniestros en Asemas

Fuente: Dr. Sergio Vera

3. Por último recogemos el gráfico que este autor nos aporta y donde compendia los orígenes de fallos de dos fuentes diferentes. Sorprende, sobre todo, que la mayoría de siniestros en edificación tienen su causa no imputable directamente a la técnica, sino a la gestión u organización del proceso.

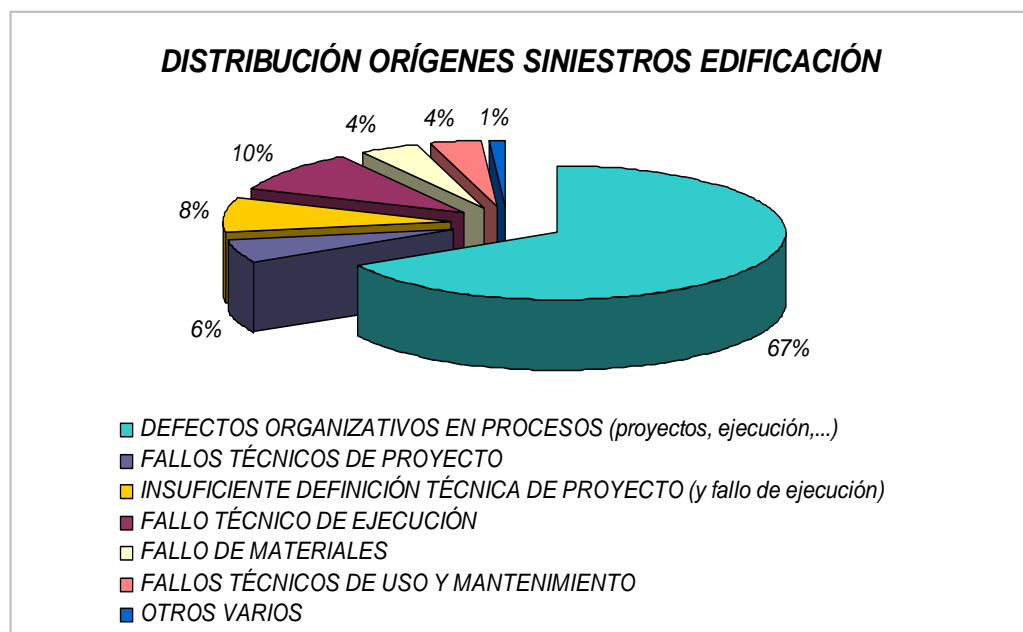


Fig. 7/11. Orígenes de siniestros según A. van den Beukel y Antonio Garrido

Fuente: Dr. Sergio Vera

**MUSAAT**

La Mutua de seguros de responsabilidad civil de Aparejadores y Arquitectos Técnicos (MUSAAT) publicó en 2013, a través de su fundación, los resultados de una **investigación sobre 5.666 patologías** en edificación basada en expedientes con sentencia judicial firme.

Se trata de uno de los estudios más amplios y recientes que han visto la luz, realizado desde la óptica de las actuaciones profesionales de los Arquitectos Técnicos.

Sin duda es una base de datos muy útil para poder definir los condicionantes del control que los factores estudiados nos presentan. A partir de información actualizada como esta se pueden deducir estrategias concretas de actuación para el control del proceso productivo que palien los daños definidos.

Los valores del resumen por unidades se reflejan en la tabla 7/12.

<b>ZONA</b>	<b>Nº PATOLOGÍAS</b>	<b>PORC.</b>
<b>Cerramientos y distribuciones</b>	1.178	20,79%
<b>Instalaciones</b>	854	15,07%
<b>Cubiertas</b>	801	14,14%
<b>Acabados</b>	681	12,02%
<b>Cimentación</b>	663	11,70%
<b>Carpintería exterior</b>	341	6,02%
<b>Estructura</b>	332	5,86%
<b>Solados</b>	316	5,58%
<b>Urbanización</b>	234	4,13%
<b>Revestimientos interiores</b>	190	3,35%
<b>Aislamiento acústico e impacto</b>	76	1,34%
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>5.666</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 7/12. Estudio sobre patologías en edificación MUSAAT: Número de patologías computadas a cada zona del edificio y porcentaje en el total**

Fuente: Fundación MUSAAT

**Dr. Espino Pérez**

Dentro del grupo de investigación del departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla, donde llevamos a cabo nuestra Tesis, el Dr. Espino ha llevado a cabo estudios sobre **gestión de riesgos y reclamaciones** en edificación.

En su tesis doctoral<sup>27</sup> plasma la información sobre reclamaciones obtenida de diversas fuentes, siendo destacable el resumen reflejado en la tabla 7/13, en el que contrasta los datos obtenidos directamente durante sus trabajos de investigación en Andalucía (propios) con los de ámbito nacional (privados), aportados por el estudio de MUSAAT antes referenciado. Se comparan tanto las zonas del edificio donde se fundamenta la reclamación como los daños o defectos concretos de mayor cuantía reclamados en para cada una de dichas zonas.

En la línea de lo que hemos comentado para el informe de la Fundación MUSAAT en el punto anterior, los datos aportados son actuales y muy detallados, siendo una información práctica a tener presente en el diseño de planes de control.

---

<sup>27</sup> Espino Pérez, U. 2014. Desarrollo de un modelo de gestión de riesgos según la norma ISO 31000 para el tratamiento de reclamaciones en edificación (obra referenciada en el apartado 2.3 de la Tesis).

Zona Del edificio	% Fuentes Autonómicas ( Propias )	% Fuentes Nacionales ( Privadas )	Elemento reclamado	% Fuentes Autonómicas ( Propias )	% Fuentes Nacionales ( Privadas )
CERRAMIENTOS Y DISTRIBUCIONES	22,28%	20,79%	Daños en revestimientos Cerramientos. Enfoscado y pintura	19,10%	10,66%
ACABADOS	11,41%	12,02%	Defecto terminación. Acabados	11,41%	12,02%
CARPINTERÍA EXTERIOR	9,55%	6,02%	Lesiones en Carpintería Exterior (Ventanas, Puerta)	9,55%	6,02%
CUBIERTAS	13,53%	14,14%	Lesiones en láminas impermeabilizantes. Cubiertas Planas	8,75%	9,71%
CIMENTACIONES Y SUBBASES	13,26%	11,70%	Filtraciones en muros de contención y fosos de ascensores	8,49%	6,42%
INSTALACIONES	9,81%	15,07%	Deficiencias instalaciones. Fallo / atasco	8,22%	8,30%
SOLADOS	7,43%	5,58%	Lesiones de solerías Interior naturales y artificiales, tarimas	4,77%	3,21%
AISLAMIENTOS Y JUNTAS	3,98%	1,34%	Juntas de dilatación	3,45%	1,34%
REVESTIMIENTOS INTERIORES	4,51%	4,13%	Humedades en Paramentos	2,39%	2,21%
EXTERIORES	4,24%	3,55%	Defectos en accesibilidad	1,86%	2,05%

Tabla 7/13. Principales reclamaciones por zonas y daños

Fuente : Dr. Ubaldo Espino

**Dr. Macías Bernal**

Los estudios de investigación del Dr. Macías Bernal, codirector de la presente Tesis, sobre riesgo y vulnerabilidad constituyen una referencia en relación a nuestros objetivos.

A este respecto su publicación sobre un modelo sobre **predicción de vida útil** de edificios<sup>28</sup> parte de un amplio estudio sobre diversos factores que inciden de forma determinante sobre la vulnerabilidad de un edificio, realizando un tratamiento metodológico que permite predecir el periodo de vida útil aproximado de un edificio.

Los citados factores relacionados con la vulnerabilidad proceden de diversas fuentes y sirven de base para establecer el modelo de predicción. En concreto el autor recopila los recogidos en:

- La LOE
- El Código Técnico de la Edificación
- La norma UNE 41805-3:2010. Diagnóstico de edificios. Estudios constructivos y patológicos
- La norma internacional ISO 15686:2011. Planificación de la vida útil.
- Plan nacional de Catedrales de España.
- El proyecto Rehabimed. Programa cultural, de base europea, que incluye la conservación del patrimonio.
- RECOPAR. Red temática de conservación, restauración y rehabilitación del patrimonio arquitectónico, impulsada por la Universidad Politécnica de Madrid y AENOR.

A partir de aquí se realiza una propuesta concreta de factores, profundizando la investigación en ellos, de forma que se lleva a cabo asimismo una agrupación de los mismos en cuatro categorías.

Se dibuja así un mapa de riesgos cuya precisión es de vital ayuda para encauzar los esfuerzos a la hora de proyectar y construir de un edificio.

La tabla 7/14 recoge los factores propuestos y su clasificación.

---

<sup>28</sup> Macías Bernal, J. M. , (et al.) 2014. Modelo de predicción de la vida útil de la edificación patrimonial a partir de la lógica difusa.

Ordenación de factores agrupados por conceptos	
a. Situación geológica	
a. Diseño cubierta	
a. Condiciones entorno	
a. Sistema constructivo	
a. Conservación	
b. Modificación estado de cargas	
b. Sobrecarga de uso	
b. Ventilación	
b. Instalaciones	
b. Fuego	
b. Medio ambiente interior	
c. Intensidad Pluviométrica	
c. Variaciones de temperatura	
d. Valor incremento población	
d. Referente patrimonial	
d. Valor mueble	
d. Actividad pastoral	
a	Factores de Vulnerabilidad
b	Factores de Peligro estático - Estructural
c	Factores de peligro atmosférico
d	Factores de peligro antrópico

Tabla 7/14. Ordenación de factores para análisis de riesgo

Fuente: J.M. Macías Bernal, J.M. Calama Rodríguez y M.J. Chávez de Diego

### Síntesis del análisis de los factores retroalimentación y vulnerabilidad

Se han señalado algunas de las fuentes relevantes de cara a este momento de la investigación. Si bien se trata de síntesis resumidas, hemos recogido aquellos puntos que trascienden del mero tratamiento de reclamaciones y estadísticas de daños/riesgos, pues revelan datos útiles para delimitar los condicionantes del control que participan en la creación de nuestro Modelo.

De hecho, la información aportada por los estudios expuestos anteriormente nos ha permitido saber que algunos elementos y sistemas constructivos influyen con mayor determinación que otros en la funcionalidad del edificio y, por ende, en la satisfacción de los usuarios. A tenor de lo expuesto, nos reafirmamos en que no existirá calidad plena si hay fallos imprevistos en alguna parte de la edificación, por lo



que debemos poner los medios que atenúen estas patologías a fin de alcanzar un periodo de vida útil que satisfaga a todos los participantes.

En este sentido **la retroalimentación** del periodo de vida útil, basada en reclamaciones, apunta claramente en dos direcciones:

- **Las unidades, materiales y fases** que sufren un mayor proceso patológico en su funcionamiento.
- **El origen de dichos fallos**, que en muchas ocasiones es ajeno a los propios aspectos técnicos del proceso de producción.

Lo anterior posee también una estrecha vinculación con el **análisis de vulnerabilidad** y riesgo. La retroalimentación necesaria para un modelo de control que pretenda colaborar en eliminar anomalías para el usuario, ha de tener presente el estudio de aquellos aspectos que limitan la vida útil de los componentes del edificio.

Las conclusiones de los trabajos reseñados en esta materia nos aportan una serie de condicionantes relacionados con el riesgo y la vulnerabilidad, cuyo origen, análisis y organización ya hemos plasmado. Añadimos ahora un esquema básico de clasificación en dos grupos que puede ser eficaz para nuestra Tesis:

- Condicionantes influyentes en la vulnerabilidad que **forman parte integrada del propio edificio** (como por ejemplo el diseño o los sistemas constructivos).
- Condicionantes influyentes en la vulnerabilidad **procedentes de agentes externos a la construcción** (como por ejemplo la condiciones del entorno o la pluviometría).

La práctica totalidad de los materiales y equipos incorporados al edificio se ven afectados por el primer grupo, por lo que su relación entre calidad de producción y durabilidad del edificio es directa, debiendo ser contemplada. Pero no debemos dejar de atender también a los agentes del segundo grupo (principalmente externos), cuyo origen no está bajo nuestro dominio, pero de los que debemos prevenir las consecuencias.

Consiguientemente el modelo que estudiamos debe considerar tanto **los factores que agravan el riesgo como de los que producen insatisfacción en los usuarios**. Así se podrá introducir durante el proceso de diseño y construcción aquellos tipos de control que puedan prevenir la aparición de disfunciones durante la vida útil.

### 7.1.4 Análisis de Factores relacionados con las personas

---

#### *Factores relacionados con las personas*

Independencia
Motivación

#### **Factor: INDEPENDENCIA DEL CONTROLADOR**

La independencia del controlador podemos considerarla como un principio innato a la práctica del control, inspección o evaluación, sea cual fuere el entorno en el que se desarrollan las actuaciones. Puede referirse, a este respecto, el Congreso de laboratorios de construcción de 2008<sup>29</sup>, que incluía la necesidad de independencia del controlador como una de sus conclusiones, tal como se citaba en el capítulo 2.

#### **Factor Independencia. Vinculación controlador/productor**

La aproximación a este factor conduce en primer término al análisis de lo expuesto en la **norma internacional UNE-EN-ISO 17020:2012** denominada *“Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección”*.

La norma referenciada ha clasificado previamente en su apartado 4.1 (imparcialidad e independencia) a los organismos de inspección en tres tipos (C, B y A) según realicen inspecciones de primera, segunda ó tercera parte, es decir, el grado de pertenencia a la organización que participa en el diseño, la fabricación, el suministro, la instalación, el uso o el mantenimiento de los ítems que inspecciona.

Esta clasificación es paralela a la que realiza la norma sobre principios generales y vocabulario de la evaluación de la conformidad (UNE-EN ISO 17000:2004), tal como se expuso al analizar el factor de coordinación entre etapas.

El contenido básico de la normativa señalada a este respecto (tipos de organismos e inspecciones en función de la independencia) es:

---

<sup>29</sup> Nos referimos al I Congreso nacional de laboratorios de Construcción, celebrado en Toledo en 2008.

- **Las inspecciones de tercera parte** son aquellas que se desarrollan por organismos con independencia de las partes, que no intervienen ni son parte legal en actividades de producción antes citadas y que no tienen vinculación con ninguna otra entidad que participe en dichas funciones. A estas entidades las define como **organismos de inspección Tipo A**.

El anexo de la norma establece claramente los requisitos de independencia de las partes involucradas para estos organismos de inspección tipo A.

- **Las inspecciones de segunda y de primera parte** son aquellas que se realizan por organismos que si están vinculados a una organización participante en el diseño, la fabricación el suministro, la instalación, el uso o el mantenimiento de los ítems que inspecciona, de forma separada o no (**Tipos B y C respectivamente**).

Al hilo de lo anterior, entendemos que la contratación del agente controlador por parte de la organización encargada de la producción constituye un lazo legal de dependencia entre ambos suficiente para considerar que existe vinculación dentro de lo definido por la citada norma UNE-EN-ISO 17020. Por tanto el control así realizado no se puede considerar independiente de las actividades que desempeñe el organismo contratante en el proceso en cuestión.

Estas consideraciones nos llevan a abordar la vinculación del controlador con respecto al controlado, circunscribiéndonos a los agentes definidos en la **Ley de Ordenación de la Edificación** para nuestro campo de trabajo. Tal como ya se ha expuesto en apartados anteriores la LOE señala en su artículo 14 a los laboratorios y entidades de control de calidad de la edificación como agentes controladores en exclusiva. **No se establece quién debe ser el agente o agentes contratantes de los controles**, por lo que se este factor influyente debe ser adecuadamente planteado durante el proceso, cara a la operativa y resultados finales del control de calidad.

### **Factor Independencia. Reseñas**

En cuanto a las reseñas en este tema recurrimos primordialmente a fuentes españolas, pues en este aspecto la normativa particular de cada país lleva a una distribución diferente de agentes participantes y misiones que hace cambiar el marco de relaciones. Tampoco debemos perder de vista que en temas relacionados con aspectos económicos y en concreto con abono de honorarios juega un papel crucial la cultura de cada bandera.

Existen diversas referencias bibliográficas nos han servido para seleccionar la independencia del controlador como factor condicionante del control de calidad.

Pero más allá de las citadas reflexiones, no es punto especialmente recurrente en las fuentes específicas españolas y no suele ser analizado en sus consecuencias.

Por tanto son escasas las profundizaciones relevantes con respecto al abono de los honorarios del control durante las fases de proyecto y ejecución, destacándose las siguientes:

1. **La Instrucción de hormigón estructural EHE 08.** Al tratarse de un texto normativo no entra en el examen de circunstancias o consecuencias, pero su referencia a esta cuestión cobra especial importancia al ser el reglamento preceptivo con mayor trayectoria reguladora en control de calidad.

La actual instrucción EHE 08, en su artículo 78 incluye el siguiente párrafo: *“Siempre que la legislación aplicable lo permita, el coste del control de recepción incluido en el proyecto deberá considerarse de forma independiente en el presupuesto de la obra”*.

Esta pauta del articulado prescriptivo debe ser interpretada en el sentido de excluir al constructor como agente contratante del control, pues el presupuesto de obra es el que se abona a este agente para que desarrolle con sus medios las unidades allí descritas.

En cualquier caso, los comentarios al citado artículo no dejan lugar a dudas:

***“Al objeto de procurar la independencia para que el control sea eficaz, es especialmente recomendable que la Propiedad contrate y abone directamente cualquier actividad de control, evitando así que dicho abono se efectúe a través de la actividad controlada (Autor del proyecto o Constructor)”***

Además el apartado 78.2.2 de la norma obliga a la independencia empresarial de los laboratorios y entidades de control con respecto al resto de agentes intervinientes, excluyendo a la Propiedad.

2. **Lo publicado por Antonio Garrido<sup>30</sup>**, quién profundiza en la cuestión y literalmente llama *“pirueta incomprensible”* a la habitual praxis de contratación del control de calidad en obra por parte del constructor donde *“(el promotor) le encarga el control al controlado (el constructor)”*. Previamente el autor ya apunta la justificación que lleva al rechazo de esta postura; *“La razón es clara: que el agente controlado no pueda contar con ninguna posibilidad de influir indebidamente sobre el agente controlador”*. Todo ello, según Garrido, se lleva a cabo por sencillez administrativa en las contrataciones de los agentes participantes en el proceso edificatorio.

---

<sup>30</sup> Garrido Hernández, A. 2004. El Libro del Director de Ejecución de la Obra.

El texto clasifica los tipos de control que se realizan en función del contratante, aludiendo a:

- **Control Interno:** El control se activa a instancia del que produce (fabricante, constructor)
- **Control Externo:** El control se activa a instancia del que adquiere o dirige (promotor, dirección facultativa)
- **Control Exterior:** El control se activa a instancia de alguien ajeno al sistema (administración pública, aseguradora, entidad financiera).

Considerando que el objeto del control en aspectos técnicos puede ser proyecto, ejecución o materiales, el autor combina las obligaciones derivadas la normativa española en la siguiente tabla (considerando edificios de viviendas de nueva planta e iniciativa privada):

Fase	Control		
	Interno	Externo	Exterior
Proyecto	NO	NO	SI
Materiales	SI	NO	NO
Ejecución	SI	SI	SI

**Tabla 7/15. Tipos de control según origen del encargo**

Fuente: Antonio Garrido Hernández

Como puede verse la dispersión de contratantes en cuanto al control técnico obligatorio es notable y los resultados obtenidos no siempre serán homogéneos. Además el control exterior sólo se hace obligatorio en el caso de edificio residencial considerado (Organismo de Control Técnico obligado por el asegurador decenal), por lo que en otros casos la situación queda casi reducida al control interno.

Es de notar asimismo el paralelismo entre los tres tipos de control con respecto al contratante (interno, externo y exterior) con la clasificación propuesta por la norma ISO 17020 (corresponderían al C, B y A respectivamente).

Por último con respecto a esta variedad de contrataciones, cabe comentar la opción de control de contraste, ampliamente utilizada en la obra civil, donde existen al menos dos de los tipos de control antes reflejados actuando en paralelo, de forma que las actividades de control que se llevan a cabo siguiendo

el plan de control de proyecto (habitualmente mediante control interno contratado por la constructora), son periódicamente verificadas con pruebas o inspecciones de contraste realizadas por un organismo controlador contratado al respecto por otro agente diferente (normalmente un control externo contratado por la propiedad).

3. El pronunciamiento de **García Meseguer** que nos ha servido de base para la recopilación de sus factores decisivos de control es una reflexión clara sobre este punto. Dentro de la definición de participantes del proceso constructivo incluye la cita, ya incluida con anterioridad, y que ahora resume su punto de vista sobre este aspecto:

*“La forma de contratación: Condiciona de origen la calidad final.”*<sup>31</sup>

4. **La ley de contratos del sector público (RD 3/2001)** en el artículo 56.2 dice literalmente: *“Los contratos que tengan por objeto la vigilancia, supervisión, control y dirección de la ejecución de obras e instalaciones no podrán adjudicarse a las mismas empresas adjudicatarias de los correspondientes contratos de obras, ni a las empresas a éstas vinculadas.”*

5. **Mesa redonda.** La cuestión del abono del control se aborda asimismo en un artículo titulado *“¿Hacia dónde va la Calidad en la Edificación?”* publicada por la revista Cercha en diciembre de 2011<sup>32</sup> el cual refleja los comentarios al respecto de la mesa redonda participada por diversos expertos del sector de la construcción.

A la pregunta *“¿Quién controla al controlador?”*, los componentes de la mesa plantean quién debe gestionar el control y se considera de manera negativa la vinculación del pago de estos honorarios al contratista, pues deteriora la calidad. En resumen se aboga por independizar la contratación del control del constructor en el marco de responsabilidades actual.

6. Los responsables de la **multinacional española de ingeniería Tysa** publicaron en 2007 un artículo a este respecto<sup>33</sup>. Destaca por su un punto de vista con gran carga empírica y sentido de la eficiencia en la aplicación del control de calidad. En la referida publicación se decantan por asignar al constructor el

---

<sup>31</sup> García Meseguer A. 2001. Fundamentos de calidad en construcción

<sup>32</sup> La mesa está compuesta por: Antonio Garrido Hernández, Antón Ortega, Fernando Rodríguez y Eduardo Montero Fernández de Bobadilla, Eduardo.

<sup>33</sup> Pachón V. ; Moncada J.C. 2007. El plan de control de calidad y el Código Técnico.

control definido en los documentos de proyecto, según el CTE. Incluso acentúan esta idea entendiendo como no indispensable una presupuestación del control de calidad separada del resto de unidades.

Textualmente se afirma: *“En el constructor reside la «carga de la prueba». Debe acreditar el cumplimiento de los requisitos del proyecto y, en consecuencia tiene que afrontar el coste de la realización de los ensayos y pruebas necesarios. En el precio de cada unidad de obra debe quedar integrado el de la demostración de su validez, tanto si se trata de acreditaciones documentales (certificados de calidad, etc.) como de ensayos o pruebas. No debe tener el proyecto presupuesto detallado de control de calidad, pues una unidad de obra o producto no es completo («no debe pagarse») hasta que no se demuestra su validez, con todas las garantías”.*

Si bien esta afirmación puede interpretarse inicialmente como un punto de vista antagónico al expuesto por las fuentes citadas anteriormente con respecto a quien debe contratar al controlador, los autores aportan en el mismo texto unas consideraciones complementarias y contemplan también otros dos tipos de control de calidad con diferente enfoque. Así por un lado se cita **el control derivado del sistema interno de gestión de la calidad** del constructor, contratado por éste y con carácter voluntario o fruto de una autoimposición *“Las empresas con certificación ISO 9001 se obligan a hacerlo en todos sus contratos...”* Por último se cita el posible **control de contraste** no contratado por el contratista: *“El ensayo por cuenta independiente del constructor es el control realizado, en su caso, por iniciativa de la DO y/o DEO con la conformidad del promotor (en definitiva es el promotor el que paga este plus), para comprobar con independencia total del constructor/contratista, que la obra - cualquier parte de la obra- cumple las condiciones exigibles. Permite contrastar los resultados de las pruebas realizadas por el constructor «por fuera» de su contrato, para mayor garantía y aseguramiento de la calidad de lo construido”.*

7. La reflexión publicada en su blog por **Luis Javier Castillo Fernández**<sup>34</sup>, consultor materia de calidad que cuenta con experiencia directiva en el sector del control de calidad. Este autor llama *“una práctica indeseable”* a la actuación del control contratado por el contratista. Según esta fuente, la sencillez administrativa nos lleva a estas actuaciones que se califican como claramente adversas: *“Esta práctica transgrede el principio básico de independencia. Es el controlado el que contrata y paga al controlador !!! Esto es sencillamente equivalente a que un juez sólo dispusiera de la opinión de un perito de parte en un juicio”.*

<sup>34</sup> Castillo Fernández L. 2014. [www.eadic.com](http://www.eadic.com)

8. El documento denominado ***“Informe sobre El control de Calidad de la Construcción en España”***<sup>35</sup> redactado por cuatro prestigiosos investigadores universitarios españoles en materia de construcción. Valora la ausencia de independencia del controlador como anomalía actual y en sus conclusiones precisa: *“Los organismos que realizan el control deben ser independientes respecto al resto de agentes que interviene en el proceso constructivo. Ello implica que el organismo de control ha de ser ajeno a la redacción del proyecto, a la fabricación y montaje de equipos de instalaciones y a la ejecución, y que no ha de tener una relación económica o jurídica con grupos que realicen tales actividades.”*
9. Citamos también una **referencia internacional**, dada su relevancia y orientación genérica. Se trata de la alusión recogida en el *“Manual of Concrete Inspection”* publicado por el ACI (American Concrete Institute) en 2007, donde podemos leer: *“Es de notar especialmente que el ingeniero o el arquitecto deben evitar la práctica indeseable de disponer que el pago de los servicios de inspección y prueba se haga por intermedio del contratista; tal práctica no sirve a los intereses del propietario. En tales circunstancias es difícil obtener un servicio imparcial y de todos modos el coste resulta cubierto por el propietario”.*

### Factor Independencia. Observaciones complementarias

Tras reflexionar sobre lo extraído de las fuentes citadas, se pueden apuntar tres ideas relacionadas con la independencia del control vinculada a su origen:

- a. Es notoria la necesidad de que el agente responsable de la producción (proyectista, constructor ó los suministradores de los productos, según casos) realice **un control de su producción o autocontrol** de forma que justifique (por sí mismo o por entidades contratadas a tal fin) la adecuación de su producción a los requerimientos solicitados.
- b. El autocontrol del productor debería ser complementado por **un control externo e independiente al mismo** (normalmente contratado por el promotor) con la doble misión de verificar los aspectos necesarios de forma no vinculada al agente controlado y al mismo tiempo tener una segunda referencia que minimice la probabilidad de error del mecanismo evaluador. Esta actuación dual, que ya recoge la EHE-08 en su articulado sobre control de ejecución, constituye una herramienta objetiva de aceptación/rechazo en manos de los responsables de las distintas fases del proceso y, por consiguiente, permite que el control de calidad alcance su sentido estricto (servir de base fiable para dar, o no, viabilidad a cada unidad controlada).

---

<sup>35</sup> Barberá Ortega, E.; Mari Bernat, A.; Perepérez Ventura, B. ; Villegas Cabredo, L.; 2003. Informe sobre el control de calidad de la Construcción en España.



- c. Puede ser considerado también lo citado en relación con el **denominado “Control Exterior”**, que se corresponde con las actividades de supervisión llevadas a cabo desde fuera del proceso edificatorio (agentes no vinculados a ninguna faceta del mismo). Se trataría, por ejemplo, de los controles realizados o contratados directamente por la administración pública como garante de los intereses sociales en determinados edificios.

### Colofón del factor Independencia

Las consideraciones expuestas nos llevan a tener presente la independencia del controlador en relación con el objeto controlado, la cual se manifiesta de forma singular a través de la vinculación contractual que da origen a sus intervenciones.

En esta línea **la independencia se conforma como determinante del enfoque y desarrollo del control de calidad realizado**, afianzando la selección de factores que hemos derivado de fuentes especializadas.

## **Factor: MOTIVACIÓN**

La selección de factores realizada nos ha puesto de manifiesto que la motivación de las personas implicadas es considerada por diversos autores como factor influyente en la eficiencia de las actividades del proceso constructivo en general, y del control de calidad en particular. A continuación estudiamos algunos puntos característicos sobre este factor destacado para nuestro modelo.

### **Factor Motivación. Antecedentes**

Nos aproximamos a la motivación, como posible determinante de cualquier modelo relacionado con la calidad, planteando la siguiente cuestión:

#### ***¿Es decisiva la influencia de la motivación en la Calidad del trabajo realizado?***

Para Joseph M. Juran, uno de los principales ideólogos en materia de calidad, la respuesta es indiscutiblemente afirmativa. Nos lo hace ver dedicando un capítulo completo de su obra *“Juran y el liderazgo para la calidad”*<sup>36</sup> a la motivación, en la cual nos transmite entre otras, dos ideas clave para defender esta postura:

- Para las personas que realizan un trabajo la motivación se convierte en el medio necesario para superar determinados obstáculos.
- La superación de estos obstáculos existentes supone un avance imprescindible en el camino hacia la calidad.

Este razonamiento hace que la motivación sea considerada como germen de la participación, implicación, responsabilidad y otras actitudes que conducen a vencer dificultades, por lo que en el ámbito de nuestro trabajo debe leerse como **término que condensa todo un conjunto de conceptos** relacionados con el comportamiento positivo de las personas.

El planteamiento inicial, por tanto, parece apuntar con toda seguridad que la motivación, así considerada, es parte esencial de los instrumentos a considerar en una investigación como la que nos ocupa.

La siguiente cuestión en liza es el estudio de la motivación laboral en el campo de las construcciones arquitectónicas. Las referencias bibliográficas sobre estudios concretos que nos dan luz en esta área son limitadas aunque existen aportaciones valiosas, destacándose las relacionadas en los párrafos siguientes.

---

<sup>36</sup> Juran, J.M. 1990. Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos. Cap. 9.

## Factor Motivación. Referencias

En el año 2005 se publica una investigación llevada a cabo en la **Universidad Católica de Chile**<sup>37</sup> donde se pone de manifiesto los principales factores motivadores y desalentadores en la construcción. El estudio está centrado en trabajadores manuales y se circunscribe sólo a Chile pero posee aportaciones valiosas:

- Por un lado se pone de relieve la motivación como resultante de la afinidad de las personas con su trabajo.
- De otra parte en su conclusión se acentúan como factores desalentadores aquellos derivados de la falta de estabilidad de los trabajadores (seguridad laboral) y de los bajos ingresos.

Posteriormente encontramos la Tesis Doctoral titulada *“Aportación al estudio de la satisfacción laboral de los profesionales técnicos del sector de la construcción: una aplicación cualitativa en la Comunidad Valenciana”* presentada por **Elena Navarro Astor**, de la Universidad Politécnica de Valencia. Con esta investigación y otros trabajos posteriores en la misma orientación, esta autora se convierte en un valioso referente dada su cercanía a nuestro enfoque.

En la tesis mencionada encontramos una noción del término motivación ubicado en el contexto del sector: *“la motivación representa el proceso que rige las preferencias entre las distintas formas de actividad voluntaria, atribuyendo al sujeto la posibilidad de elegir entre varias conductas. Puede decirse entonces que la motivación es el mecanismo psicológico que subyace a un comportamiento dirigido a un fin y que puede presentar grados variables de activación, dependiendo de la intensidad con que el fin es deseado”*.<sup>38</sup>

En sus conclusiones, Navarro nos sugiere cuales son los principales problemas en motivación dentro del staff técnico del sector de la edificación, a partir de entrevistas a profesionales. Para ello establece una serie de factores motivadores en función de su naturaleza intrínseca (relacionados con la propia naturaleza del trabajo) o extrínsecos (vinculados al contexto del trabajo).

Se refleja a continuación un esquema resumido de los factores que postula esta autora.

---

<sup>37</sup> Aguirre , C ; Andrade, M.; 2005. Análisis Descriptivo Sobre la Realidad de los Trabajadores de la Construcción: Desafío Social para la Empresa.

<sup>38</sup> Navarro, E.; 2008. Aportación al estudio de la satisfacción laboral de los profesionales técnicos del sector de la construcción.

**FACTORES MOTIVADORES:****Intrínsecos:**

- La identidad.
- El interés.
- La variedad.
- Lo significativo de las tareas realizadas.
- El reconocimiento obtenido por parte del cliente.
- El reto cotidiano que supone su actividad laboral.

**Extrínsecos:**

- Las relaciones sociales que establecen con todo tipo de personas en su trabajo.

**FACTORES NEGATIVOS****Intrínsecos:**

- No se consideran factores intrínsecos.

**Extrínsecos:**

- El conflicto entre agentes derivado de intereses económicos contrapuestos.
- Los riesgos de la seguridad en la obra (*por las implicaciones sobre su ejercicio profesional*).
- El estrés (*debido principalmente al cumplimiento de plazos, la sobrecarga de trabajo, la responsabilidad, el aspecto económico e interminables jornadas laborales*).
- La falta de profesionalidad de los agentes del sector.

Como se ha referido con antelación, Navarro Astor ha seguido profundizando en la materia y nos ofrece en otra publicación<sup>39</sup> una comparativa de **estudios de motivación en diversos países**, realizados todos mediante entrevistas, desde 1968 hasta 2008. Dibuja un panorama muy esclarecedor, ya que los factores gozan de una práctica unanimidad en las diversas fuentes utilizadas.

---

<sup>39</sup> Navarro., E. 2008. Revisión de la Motivación de los Trabajadores de la Construcción: 1968-2008.

**FACTORES MOTIVADORES.****Intrínsecos:**

- Características de las tareas.
- Autonomía.
- Posibilidad de utilizar conocimientos.
- Retroalimentación.

**Extrínsecos:**

- El ambiente social del trabajo (*calidad de las relaciones con los compañeros*).

**FACTORES NEGATIVOS****Intrínsecos:**

- No se consideran factores intrínsecos.

**Extrínsecos:**

- Remuneración.
- Estabilidad del empleo.
- Posibilidad de ascender y promocionar.
- Condiciones de trabajo.

Del análisis de estos factores podemos subrayar varios aspectos:

- En ambos casos es reseñable la ausencia de factores negativos intrínsecos al trabajo, es decir, las actividades que se desempeñan tienen por sí mismas connotaciones siempre positivas, que sólo se vuelven desalentadoras en su tratamiento o entorno específico.
- Es de notar también cómo los datos de este estudio internacional difieren ligeramente de los expresados en la tesis de la autora, antes citada, principalmente en los factores negativos extrínsecos.
- En concreto, dentro del primer caso, los profesionales españoles objeto de las entrevistas no hacen alusiones significativas a la estabilidad, promoción o remuneración, los cuales sí aparecen como destacados en el artículo para técnicos en otras naciones.
- Este último punto se justifica, en palabras posteriores de la autora, aludiendo a la coyuntura económica favorable en la que se hicieron las entrevistas que fundamentan aquella investigación, textualmente: *“Seguramente, los resultados serían distintos en caso de realizar las entrevistas en una época de*

*grave recesión económica como la que estamos viviendo en España en la actualidad”.*<sup>40</sup>

Otros autores se centran en determinadas profesiones, es el caso de **Katherine J.C Sang** y otros investigadores, cuyo artículo sobre la satisfacción de los arquitectos británicos<sup>41</sup> se ven reafirmados gran parte de los factores extrínsecos ya citados:

Así nuevamente se destacan como factores motivadores los de carácter extrínseco, tales como:

- Relaciones laborales con clientes, subordinados y otros profesionales

Y entre los factores negativos sobresalen también extrínsecos del tipo:

- Remuneración.
- Promoción.
- Cantidad de horas de trabajo.

### **Factor Motivación. Relación con Maslow y Herzberg**

Entendemos que la visión arrojada por los textos consultados sobre motivación de los profesionales de la edificación, nos conducen de forma inequívoca a dos de las teorías más clásicas en materia de comportamiento humano y motivación laboral. Éstas son **la pirámide de Maslow y la teoría de los factores de Herzberg**. Así nos lo hace ver también García Meseguer, quien liga los componentes de la motivación a la satisfacción de necesidades y profundiza en ello de la mano los dos autores que referenciamos a continuación.

#### **LA PIRÁMIDE DE MASLOW**

El destacado sociólogo norteamericano Abraham Maslow propuso en 1934 una teoría en la que se exponen escalonadamente las necesidades humanas. Su representación es una pirámide donde éstas se van ordenando de forma creciente, partiendo desde las necesidades primarias situadas en la base, hasta la punta, en la cual se encuentran aquellas de orden superior.

---

<sup>40</sup> Navarro, E. 2010. Determinantes de la satisfacción laboral de los profesionales técnicos de la edificación.

<sup>41</sup> Sang, K. ; Ison, S.; Dainty, A. 2009. The job satisfaction of UK architects and relationships with work-life balance and turnover intentions.

El comportamiento humano en este sentido funciona, según el autor, de forma que una vez se satisface una necesidad de tipo básica, perteneciente al escalón inferior, surge otra de mayor rango ubicada en una cota superior de la pirámide. Así el proceso se repite cíclicamente con necesidades cada vez más depuradas, es decir, una vez cubiertos los aspectos fisiológicos y de seguridad, el individuo desea cubrir progresivamente nuevas necesidades que aparecen en cuanto a sus relaciones sociales, de estima y de autorrealización (Fig. 7/12).



Fig. 7/12. Pirámide de Maslow

Fuente: [www.metrica.es](http://www.metrica.es)

Además la jerarquización de necesidades sirvió también a Maslow para establecer una relación de éstas con la motivación<sup>42</sup>. La justificación es sencilla y podemos desglosarla en tres puntos:

1. La satisfacción de necesidades genera una **gratificación** para la persona que las supera.
2. Dicha gratificación es **alentadora** para el comportamiento humano cara a las nuevas necesidades que surgen.
3. De esta manera el cubrir necesidades se convierte en una **motivación** para continuar el ascenso en la pirámide de Maslow.

<sup>42</sup> Maslow, A. 1991. Motivación y personalidad.

### LOS FACTORES DE HERZBERG

Apoyándose en el postulado de la pirámide de Maslow, el eminente psicólogo norteamericano Frederick Herzberg, dentro de sus estudios de psicología laboral, presenta en 1959 una clasificación de factores que influyen en el comportamiento de las personas en el trabajo y que secunda la estructura de necesidades antes expuesta<sup>43</sup>.

Así este autor distingue dos tipos de factores:

- **Factores higiénicos o higienizantes:** Se corresponden con los escalones más bajos de la pirámide de Maslow (supervivencia, seguridad, etc.) y tienen un carácter extrínseco al propio trabajo.
- **Factores motivadores:** Son los relacionados con los niveles más altos de la pirámide (desarrollo, reconocimiento, creatividad, etc.) siendo afines a las características laborales intrínsecas.

Herzberg afirma que la presencia de factores motivadores es siempre una fuente de satisfacción laboral, mientras su ausencia produce simplemente indiferencia. Por tanto se trata de los factores que realmente conducen a la motivación propiamente dicha.

Por el contrario la ausencia de factores higiénicos produce insatisfacción, siendo su presencia indiferente y no motivadora al cubrir simplemente una necesidad básica. Es decir, este caso no hay estrictamente motivación sino una relación de mínimos.

En este sentido, como se manifestaba anteriormente, los resultados de los estudios precedentes consultados con respecto a la motivación laboral en la edificación presentan, en cierta medida, afinidad a esta teoría de Herzberg. Ello se aprecia en dos aspectos:

1. Las causas más frecuentes de **motivación/satisfacción** de los profesionales del sector guardan semejanza con los **factores motivadores** de Herzberg. Ejemplo de ello son las relaciones con otros agentes o la autorrealización.
2. Del mismo modo buena parte de las **insatisfacciones** o factores negativos de los trabajadores del sector pueden ser clasificados dentro de los llamados **factores de higiene** de Herzberg. Un claro ejemplo es la seguridad en obra o las condiciones del trabajo.

---

<sup>43</sup> Herzberg, F. 1969. Una vez más: ¿Cómo motivar a sus empleados?



## Factor Motivación. Consecuencias del análisis

Tras una reflexión sobre las ideas plasmadas, podemos considerar que la motivación es una variable decisiva para el comportamiento de las personas en su trabajo.

Y si llevamos el análisis a nuestro modelo de control encontramos abundantes aspectos vinculantes y actividades implicadas.

### *VINCULACIÓN DEL CONTROL CON LA MOTIVACIÓN*

En el contexto de nuestra investigación la vinculación de la motivación con el control de calidad en edificación es fruto de las siguientes afirmaciones:

1. Los trabajos para de control de calidad necesita recursos humanos.
2. Todos los objetos controlados son también dependientes del trabajo personal de numerosos individuos.
3. Estas personas implicadas en el proceso edificatorio y en su control son susceptibles de realizar su trabajo con mayor o menor calidad, es decir, de alcanzar en determinado grado los fines propuestos.
4. Conducir el trabajo de una persona en un sentido u otro es pieza clave la motivación.
5. La motivación, a su vez, depende de diversos aspectos externos e internos, como el entorno o la formación, entre otras.

Como consecuencia un trabajador cuyo **entorno o formación** le aporte factores motivadores positivos tiene una mayor probabilidad de aportar calidad a su trabajo y sumar calidad al producto final realizado.

En tales circunstancias **la motivación se alinea con los objetivos de la tesis**; en concreto el objetivo de determinar factores para alcanzar la calidad.

### *PRINCIPALES ACTIVIDADES IMPLICADAS*

Las ideas plasmadas por las fuentes expuestas nos inducen a pensar que las acciones del proceso más directamente implicadas con la motivación, en cuanto al control de calidad, pueden sintetizarse en:

- La actividad de los máximos responsables dentro de cada organismo implicado.
- La política de recursos humanos en los equipos de trabajo.
- Las tareas que implican a los agentes externos al propio proceso constructivo.

Sus justificaciones fundamentales son:

### A. La motivación en la alta dirección:

Numerosos textos subrayan la importancia de la motivación en pro de la calidad de los altos mandos de cualquier organización.

Deming en su libro *“Out of the crisis”*<sup>44</sup> describe los catorce puntos básicos para la transformación hacia la calidad. En el último de éstos, *“Poner a todos a trabajar para conseguir la transformación”*, aboga por comenzar esa tarea por la alta dirección y sostiene que *“la alta dirección tiene que aceptar el liderazgo para que el programa de calidad sea efectivo”*. De hecho el éxito de las teorías de Deming para aplicar sus principios en la industria japonesa se debió al convencimiento que ejerció en los altos ejecutivos de las empresas.<sup>45</sup>

Para Juran *“la alta dirección tiene que involucrarse personalmente en el establecimiento de políticas, los objetivos, planes y controles de la corporación y de las divisiones”*.<sup>46</sup>

La norma UNE-EN-ISO 9001:2008 “Sistemas de gestión de la Calidad: requisitos” dedica el capítulo 5 completo a la responsabilidad de la dirección, desarrollando las facetas a definir por las que la dirección de una organización, tales como el enfoque al cliente o la política y planificación para la de calidad, entre otros.

### B. La política de recursos humanos

Es claro que la orientación que emana de los departamentos o responsables de recursos humanos incide directamente en el comportamiento del personal de una organización, pues determina una serie de condicionantes importantes del trabajo tales como el horario, la gestión de las remuneraciones o las condiciones materiales del puesto de trabajo.

Según Elena Navarro, antes referenciada, la política de la empresa en cuanto a recursos humanos puede ser una de las principales causas de insatisfacción y debe englobarse dentro de los factores higiénicos de Herzberg, es decir, tiene que conseguir en el personal unas condiciones mínimas necesarias para desarrollar el trabajo, generando insatisfacción en caso de no llegar a lograrlo.

También la citada norma **UNE-EN-ISO 9001: 2008** incide en este punto dentro de un apartado específico para recursos humanos, en el que prescribe para la organización que debe *“asegurarse de que su personal es consciente de la*

---

<sup>44</sup> Deming, W. E. 1986. Out of the crisis.

<sup>45</sup> Rosander A.C. 1994. Los catorce puntos de Deming aplicados a los servicios.

<sup>46</sup> Juran, J. M. 1990. Juran y la planificación para la calidad.

*pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad”.*<sup>47</sup>

Nos encontramos ante una labor decisiva para la respuesta de los trabajadores, que debe tenerse muy presente en un sector tan dependiente del componente humano como la construcción.

### C. Los agentes externos:

Más allá de los propios agentes recogidos en la Ley de Ordenación de la Edificación, muchas voces incluyen también como participantes implicados en el proceso a la administración reguladora, los centros de investigación, las entidades de acreditación, asociaciones de normalización, organismos de certificación, órganos reguladores de concesión de distintivos y entidades auditoría. Se convertirían así en agentes integrados, con obligaciones específicas para su intervención.

Para un autor de referencia en nuestra investigación, García Meseguer, la administración regula el proceso completo de la construcción, actuando en todos los ámbitos. Incluye también entre los participantes a las aseguradoras, la investigación y los colegios profesionales.

También la Asociación Española para la Calidad reconoce que una de las particularidades del sector de la construcción es la multiplicidad de agentes participantes, en clara alusión a la suma en el proceso de los externos vinculados.

Los actores externos no pueden eludir su implicación en aras de conseguir la calidad, para lo cual se hace particularmente necesario encontrar una motivación suficiente.

## Colofón del factor Motivación

Como consecuencia de lo expuesto en los puntos anteriores, consideramos que el actual estado del arte nos aporta un conocimiento sobre la motivación en nuestro campo suficientemente amplio como **para afianzarla dentro de los factores influyentes** en nuestra búsqueda de un modelo de control eficiente para construcción de edificios.

---

<sup>47</sup> UNE-EN-ISO 9001:2008. Apdo. 6.2 de la norma.

### 7.1.5 Reflexión sobre la contribución de los factores

En los apartados precedentes se ha desarrollado un amplio análisis de los siete factores condicionantes propuestos, dando forma a las diferentes facetas que el planteamiento del control debe asumir.

En resumen, el razonamiento sobre lo expuesto nos lleva a sintetizar **dos ejes argumentales** prioritarios:

**A. Caracterización de factores:** Tras el desglose y estudio de los distintos rasgos que integran cada uno de los factores se han plasmado un conjunto de **características nominales** que facilitan su conocimiento. Se destacan:

- Descripción de técnicas de muestreo y su adaptación a nuestra materia.
- Organización operativa para la conformidad.
- Definición del alcance de los criterios y análisis de fuentes disponibles.
- Datos sobre durabilidad útiles para el diseño del control.
- Referencias sobre la contratación del control.
- Aspectos que integran la motivación para el personal de la edificación.
- Etc.

**B. Contribución de la experiencia:** La prolongada vinculación del doctorando con la realidad profesional del control se ha visto reflejada en una serie de consideraciones en esta línea. Se reflejan así algunas particularidades prácticas del control, relacionadas con los conceptos representados por los factores. Pueden señalarse, entre otras, las siguientes:

- La tecnología tiene una importancia indiscutible que tiene para superar los obstáculos que plantean los factores, pero más allá de la técnica, **la organización y gestión de los recursos** es vital para situar al control en su plano óptimo. Podemos citar algunos ejemplos de aspectos organizativos que afectan a la eficacia del control de forma muy directa:
  - La planificación de las organizaciones intervinientes.
  - La tipología de los contratos entre participantes.
  - La adecuación de flujos de información.

- El reparto funcional de responsabilidades.
  - La visión del proceso completo.
  - La adaptación eficaz de los medios a las circunstancias.
  - Poner al usuario como receptor del producto.
  - Establecer un marco acreditativo para todos los controladores.
- Las industrias tradicionales de **mando único** (que ya definimos como organizaciones donde la responsabilidad total del producto recae en el mismo equipo), contrastan con una industria de las construcciones arquitectónicas en la que el reparto de responsabilidades está diluido entre agentes diversos con intereses diferenciados.

El controlador tiene una responsabilidad muy acotada, pero a cambio de unas competencias en la toma de decisiones inferior a la deseada para su actividad.

- **La independencia del controlador** es un rasgo cuyo compromiso se asume de manera muy particular en el sector. El controlador suele ser enmarcado a nivel de subcontrata o suministrador (tal como destacábamos ya desde el capítulo de Introducción) sin contrastes externos, lo que le lleva a una dependencia de la parte controlada inasumible en cualquier otra dimensión social (el examinado selecciona y contrata al examinador).
- En edificación existen ciertos núcleos cardinales con **una escasa implicación** en pro de la calidad del producto “edificio”. Nos referimos, por ejemplo, a los directivos de muchas empresas implicadas y a ciertos agentes indirectos determinantes en el proceso (aseguradoras, financieras, etc).

La historia demuestra que sin ellos la calidad se convierte casi en milagro.

- La experiencia nos dice que cuando el control de calidad salva los condicionantes aquí recopilados (así como otras muchas consideraciones expuestas durante el análisis de los factores), se convierte en **un instrumento altamente eficaz** para la reducción de fallos.

## 7.2 Estudio de expedientes reales.Desarrollo experimental

De acuerdo a la metodología planteada, se desarrollan ahora los **trabajos** realizados **para el estudio de 153 expedientes reales de control**. Es la actividad más extensa de las realizadas en cuanto al contacto con la realidad profesional del control y una de las fases de mayor amplitud de la investigación.

El listado completo con la identificación de los 153 expedientes se detalla en la tabla 7/35 ubicada al final del estudio, donde recogemos la información complementaria del estudio (apdo. 7.2.6).

El trabajo comienza con un **estudio general** de todos los expedientes para continuar con un **examen pormenorizado** para los representantes de los mismos y el **análisis de la información** que nos llevará a la propuesta de funciones operativas del control.

### 7.2.1 Estudio general de los 153 expedientes

Comenzamos con un estudio general de la totalidad de expedientes. Esta parte del trabajo conlleva la identificación de los diferentes tipos de actuaciones en cada una de las fases y tipologías de edificaciones contempladas. **Determinamos así los esquemas de actividad realizados, estructura de la información, patrones y alcance de los controles realizados.**

Los datos y consideraciones obtenidas en este estudio general serán analizados, junto al de los demás puntos, en el apartado específico de análisis de información (apdo. 7.2.3).

Por otro lado, este estudio genérico nos permite elaborar **una clasificación previa** de los expedientes en función de la amplitud y modalidad del control realizado. Se pretende conocer de manera cualitativa, los diferentes enfoques de control que se llevan a cabo en nuestro mercado real.

De tal forma tras examinar la base de datos referenciada, hemos podido catalogar las actuaciones de control de calidad en tres grupos iniciales:

- Edificios con **control de calidad básico**.
- Edificios con **control de calidad ampliado**.
- Edificios con **control de calidad total**.

Cada uno de ellos responde a la siguiente caracterización básica:

- **CONTROL DE CALIDAD BÁSICO.**

Hemos incluido bajo este epígrafe aquellas actuaciones de control que abarcan primordialmente las características de los materiales estructurales y unidades afines (rellenos bajo cimentación, uniones soldadas etc.). Incluyendo también los chequeos de proyecto y ejecución requeridos para el seguro decenal de estabilidad. Si existe algún control adicional es siempre de forma minoritaria.

El número de expedientes estudiados en esta tipología **es de 75 (49% del total)**.

- **CONTROL DE CALIDAD AMPLIADO.**

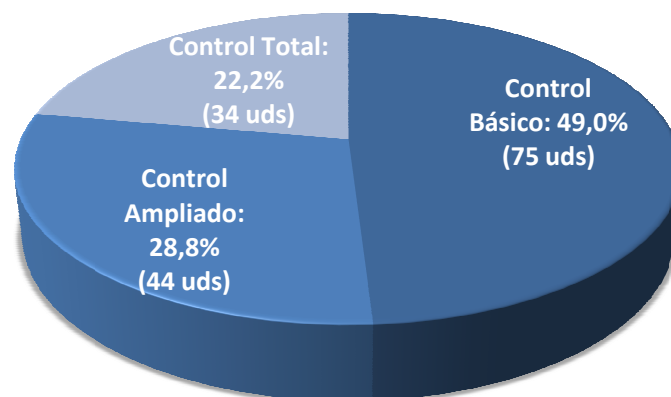
Comprende aquellos expedientes de edificios donde se ha llevado a cabo el control básico referenciado, complementándolo con ensayos a materiales de otras unidades, pudiendo sumarse también algunos controles en otros aspectos, pruebas de funcionamiento de las instalaciones y fachadas o algunos controles adicionales de ejecución, entre otros aspectos puntuales.

**Existen 44 actuaciones estudiadas en este grupo (28,8 % del total).**

- **CONTROL DE CALIDAD TOTAL.**

Bajo este epígrafe se recogen todos aquellos expedientes ubicados en la cúspide de servicios realizados por las entidades de referencia. Las muestras de máxima amplitud halladas incluyen control a lo largo de las diferentes etapas del proceso edificatorio, abarcando controles en fase de proyecto, de obra, así como en la terminación y posventa del inmueble, contemplándose la práctica totalidad de capítulos constructivos en cada una de ellas. Su nombre deriva del utilizado en la actividad comercial de las empresas, de donde se deduce que los agentes participantes entienden que no están dejando ningún aspecto controlable fuera de las actuaciones contratadas.

**Un total de 34 intervenciones se enmarcan en este apartado (22,2% del total).**



**Fig.7/13. Clasificación por grupos de los 153 expedientes estudiados.**

## 7.2.2 Examen pormenorizado

### Elección de representantes

La segunda parte de la investigación con los expedientes se inicia con la selección de representantes para cada uno de los grupos definidos, que nos servirán para acometer **la lectura y análisis pormenorizado de todos los documentos incluidos en los mismos.**

El fin de la elección de representantes es doble; por un lado acotar el mapa de datos de trabajo de la investigación hasta magnitudes asequibles y por otra parte evitar la dispersión, centrando la evaluación en los casos característicos, de forma que su estudio exhaustivo aporte respuestas concretas a las cuestiones planteadas.

### Criterios de selección para examen pormenorizado

El método a seguir para optar por determinados expedientes para su examen exhaustivo ha de tener en cuenta las diferentes dimensiones que influyen en cada promoción controlada; tipología de edificio, soluciones empleadas, limitaciones presupuestarias, perfil de los agentes intervinientes o aspectos sociales, entre otros. Todos ellos son ingredientes a considerar en el procedimiento. No se trata por tanto de una cuestión exclusivamente numérica; el necesario conocimiento previo de los expedientes y objetivos, así como la valoración de los aspectos citados y otros matices cualitativos, nos llevan a una metodología basada en la deliberación.

Utilizaremos para ello tres líneas de criterios para elegir las muestras.

#### CRITERIOS SOBRE ADECUACIÓN.

Según Tamayo<sup>48</sup> existen diversos tipos de muestreo entre los que se destaca el muestreo intencional; *“... en él el investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo cual exige al investigador un conocimiento previo de la población que se investiga...”*

Otro muestreo ligado al anterior según el mismo autor, es el muestreo mixto en el que se eligen, por ejemplo, los grupos de muestreo de forma intencionada y luego dentro de cada grupo se procede con un criterio de probabilidad.

Estas ideas nos llevarían a lo definido por Lockuan<sup>49</sup> para la industria. El autor expone el llamado *“Muestreo subjetivo por decisión razonada”*, cuya aplicación entendemos adaptada a nuestros fines.

---

<sup>48</sup> Tamayo M. 2001. El proceso de la investigación científica.

<sup>49</sup> Lockuan F. 2012. La industria textil y su control de calidad.



Las muestras son elegidas en base a unos criterios o variables consideradas como necesarias, de manera que se consiga la mayor aproximación posible a los objetivos.

Atendiendo a estas consideraciones, el muestreo para determinar los expedientes de control que van a ser analizados en mayor profundidad se hace de forma que éstos respondan a unos parámetros establecidos en base a la experiencia y conocimientos prácticos, con el fin de ser representativos para la investigación.

En concreto se designan determinados expedientes atendiendo a razones justificadas, las cuales pueden enunciarse principalmente como:

- Representatividad con el grupo de control al que pertenecen.
- Afinidad de las características del control con el estudio.
- Ser extensivo a tipologías de edificios estándar.
- La precisión, amplitud e integridad del contenido del expediente.

#### CRITERIOS DE TIPOLOGÍA DE EDIFICIOS

De cara a perfilar la tipología de edificio a considerar, hemos utilizado como referencia los datos de visados de obra nueva para viviendas en la provincia de Sevilla publicados por el Ministerio de Fomento<sup>50</sup>. Con ello se pretende únicamente tener una orientación de la distribución existente en la totalidad de edificios construidos, con el fin de realizar la selección de expedientes de control con proporcionalidad al universo en el que se ubican.

En la consulta a esta fuente, con los datos de entrada de los edificios estudiados (ubicación: provincia de Sevilla y periodo: 2007-2013), nos arroja las cifras que se detallan a continuación.

En primer lugar atendemos al volumen de edificios visados según su destino principal:

<i>Periodo 2007-2013</i>	<i>nº edif</i>	<i>% del total</i>
<b>Edificios residenciales</b>	<b>12.113</b>	<b>81,93%</b>
<b>Viviendas en bloque</b>	<b>2.672</b>	<b>18,07%</b>
total	14.785	

**Tabla 7/16. Edificios visados en la provincia de Sevilla según destino**

Fuente: Ministerio de Fomento

<sup>50</sup> Ministerio de Fomento. Fecha consulta marzo 2014. Boletín estadístico on line.

Y dentro de los residenciales, nos fijamos en la tipología, para obtener proporciones equitativas:

Periodo 2007-2013	nº vdas	% del total
<b>Viviendas unifamiliares</b>	<b>5.313</b>	<b>12,22%</b>
<b>Viviendas en bloque</b>	<b>38.173</b>	<b>87,78%</b>
total	43.486	

**Tabla 7/17. Viviendas visadas en la provincia de Sevilla según tipología**

Fuente: Ministerio de Fomento

Estos porcentajes nos sirven para tener **una orientación en el orden de magnitudes** reales, es decir:

- Las promociones de viviendas deben ser en torno al 80% de la selección.
- Entre estos edificios residenciales, la amplia mayoría deben ser en bloque.

#### CRITERIOS CUANTITATIVOS

Por último, para determinar cuántos expedientes vamos a seleccionar hemos tenido presente las condiciones de muestreo definidas en investigaciones anteriores del doctorando, ya expuestas en el apartado de análisis del factor muestreo, (apdo. 7.1.2).

Aplicando aquellos criterios a los tres grupos de expedientes considerados (los cuales tienen entre 34 y 75 dosieres) nos encontramos con los intervalos de muestreo expuestos en tabla siguiente:

Nº Expedientes	Tamaño min. de muestra (n)
26 - 50	3
51 - 90	3

**Tabla 7/18. Referencia para Muestreo de expedientes a examinar**

Por tanto el número mínimo de muestras a tomar por cada uno de los grupos formados sería de tres. No obstante hemos considerado oportuno ampliar ligeramente el margen de información y seleccionaremos **4 expedientes por cada grupo**, lo que hace un total de **12 promociones a examinar de forma pormenorizada**, según se detalla en el siguiente punto.

## Resultados de la selección para examen pormenorizado

A partir de los criterios expuestos y las particularidades apreciadas en los expedientes, se ha realizado **la selección de los edificios que se detallan a continuación** (el número de expediente corresponde con el ordinal de la tabla 7/35, apdo. 7.2.6, que recoge el total de expedientes contemplados en el estudio).

- De los 75 expedientes de **control básico** estudiados, seleccionamos 4 de ellos que corresponden a los siguientes edificios:
  - 1) **108 vdas Polígono Aeropuerto. Sevilla.** (*Expdte nº 92*).
  - 2) **Edificio religioso Ditrito Sur. Sevilla.** (*Expdte nº 100*).
  - 3) **1 vda unifamiliar. Villaverde del Rio. Sevilla.** (*Expdte nº102*).
  - 4) **21 vdas Coria del Rio. Sevilla.** (*Expdte nº 104*).
- De los 44 expedientes de **control ampliado**, estudiados seleccionamos 4 de ellos que corresponden a los siguientes edificios:
  - 5) **78 vdas. Camas. Sevilla.** (*Expdte nº 59*).
  - 6) **11 vdas. sector Su Eminencia. Sevilla.** (*Expdte nº 67*).
  - 7) **Centro Educativo. Brenes. Sevilla.** (*Expdte nº 93*).
  - 8) **1 vda. Árbol Gordo. Sevilla.** (*Expdte nº 136*).
- De los 34 expedientes de **control total** estudiados seleccionamos 4 de ellos que corresponden a los siguientes edificios:
  - 9) **46 vdas. en Bda. La Corza. Sevilla.** (*Expdte nº 8*).
  - 10) **Centro Educativo. Santiponce. Sevilla.** (*Expdte nº 49*).
  - 11) **37 vdas. Bami-Su Eminencia. Sevilla.** (*Expdte nº 90*).
  - 12) **52 vdas. Torreblanca. Sevilla.** (*Expdte nº 118*).

### Contenidos de los expedientes examinados de forma pormenorizada

Los expedientes pertenecientes a la colección de representantes han sido sometidos a un minucioso examen de contenidos, de donde se extrae un amplio volumen de información que nos sirve para el análisis global reflejado en el apartado siguiente.

Como herramienta de trabajo se elaboran unas fichas donde resumimos esquemáticamente el alcance y cuantificación de los contenidos. Estos resúmenes se estructuran como sigue:

- A. Filas:** Tipos de controles realizados distribuidos en las actividades comunes de control (proyecto, materiales, etc.) y éstas a su vez agrupadas en las principales unidades controladas (estructura, instalaciones, etc.)
- B. Columnas:** Denominación del control, así como número de determinaciones previstas y realmente ejecutadas.

Para una distinción visual se indica mediante una memoria de colores las situaciones de cumplimiento de las previsiones (verde = cumple con lo propuesto; rojo = menor alcance injustificado con respecto a lo previsto; morado = mayor amplitud a lo planificado).

**Todas las fichas realizadas se recogen en el apartado 7.2.6** de información complementaria, si bien a continuación exponemos un ejemplo correspondiente al examen pormenorizado de uno de los expedientes seleccionados (Tabla 7/19).

**46 VDAS. BARRIADA LA CORZA. SEVILLA****EXPEDIENTE N°: 8****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1.</b>	<b>CONTROL DE PROYECTO</b>		
1.1.	CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD		
	Control de proyecto de cimentación y estructura	Si	Si
1.2.	CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA		
	Control de proyecto de obra secundaria	Si	Si
1.3.	CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES		
	Control de proyecto de instalaciones	Si	Si
<b>2.</b>	<b>CONTROL DE MATERIALES</b>		
2.1.	HORMIGÓN		
	Ensayo de resistencia a compresión	EHE	EHE
2.2.	CONTROL DE ARMADURAS		
2.2.1.	Aceros corrugados		
	Ensayo de acero corrugado según EHE	EHE	EHE
2.2.2.	Malla electrosoldada		
	Ensayo de malla electrosoldada según EHE	EHE	EHE
2.3.	CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA	No	No
2.4.	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
	Próctor normal	3	3
	Análisis granulométrico	3	3
	Límites de Atterberg	3	3
	Materia orgánica	3	3
	Determinación de la densidad in situ	9	9

46 VDAS. BDA LA CORZA. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
<b>2.5. ALBAÑILERÍA</b>		
<b>2.5.1. Ladrillos</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	2	3
Resistencia a compresión	2	3
Absorción de agua	2	3
Succión	2	3
Eflorescencias	2	3
<b>2.5.2. Morteros</b>		
Resistencia a compresión y flexotracción	8	11
<b>2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS</b>		
<b>2.6.1. Enlucidos de yeso</b>		
Chequeos in situ para determinar la dureza Shore	3	3
<b>2.6.2. Azulejos</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	1	1
Resistencia flexión	1	1
Absorción de agua	1	1
Resistencia a productos de limpieza	1	1
Permeabilidad a través del bizcocho	1	1
Resistencia a las manchas	1	1
Chequeo de adherencia al soporte in situ	2	2
<b>2.6.3. Baldosas de cemento</b>		
Características geométricas	1	2
Resistencia flexión	1	2
Resistencia al choque	1	2
Degaste por rozamiento	1	2
Absorción de agua	1	2
Ensayo de resbalamiento-deslizamiento	1	2
<b>2.6.4. Morteros Monocapa</b>		
Resistencia a compresión y flexotracción	0	4
Chequeo de adherencia al soporte in situ	1	1
<b>2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES</b>		
<b>2.7.1. Poliuretano proyectado</b>		
Ensayo de características físicas	1	1

46 VDAS. BDA LA CORZA. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
<b>2.8. PINTURAS</b>		
Tiempo de secado	2	0
Densidad	2	0
Resistencia al frote húmedo	2	0
Indice resistencia al descuelgue	2	0
<b>2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES</b>	No	No
<b>3. CONTROL DE EJECUCIÓN</b>		
<b>3.1. CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA</b>		
Inspecciones para control de ejecución	Si	Si
<b>3.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA</b>		
Inspecciones de obra secundaria	Si	Si
<b>3.3. CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES</b>		
Inspecciones para el control de instalaciones	Si	Si
<b>4. CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>		
Inspecciones para repasos previos a la entrega	Si	Si
<b>5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>		
<b>5.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD</b>		
<b>5.1.1. Estanqueidad de cubiertas</b>		
Prueba de estanqueidad de cubiertas	4	4
<b>5.1.2. Estanqueidad de fachadas</b>		
Prueba de estanqueidad de ventanas in situ	2	2
<b>5.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES</b>		
<b>5.2.1. Instalación Eléctrica</b>		
Pruebas de func inst eléctrica en la totalidad de vdas	46	12

46 VDAS. BDA LA CORZA. SEVILLA		
5.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO (cont)	
	5.2.2. Instalación de Fontanería y Saneamiento	
	Prueba de func. font y saneam en la totalidad de vdas	46
		46
6.	ASISTENCIA TÉCNICA	
	Asistencia Técnica por equipo multidisciplinar	Si
		Si
7.	CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)	
	Asesoría de coordinación al Promotor	Si
		Si
*Código de Colores:		
	Realizado = Previsto en el Plan de Control	
	Realizado < Previsto en el Plan de Control	
	Realizado > Previsto en el Plan de Control	

Tabla 7/19. Ejemplo de Ficha resumen del examen pormenorizado a un expediente



### 7.2.3 Análisis de la información obtenida

Tal como se ha señalado, el trabajo previo con estos ejemplos de control real se ha estructurado mediante dos partes complementarias.

- **Estudio general** de los **153** expedientes.
- **Examen exhaustivo** de los **12** representantes seleccionados.

La información de interés que se desprende de un compendio de datos tan cuantioso es muy prolija, donde volvemos a destacar la importancia de las aclaraciones prestadas por los representantes de los organismos que aportan la documentación.

En consecuencia nuestra investigación ha tenido una de sus más importantes facetas en este análisis empírico, procediendo ahora a resumirlo a través de un tratamiento ordenado que sigue los siguientes pasos:

A. En primer lugar los dos puntos que se desarrollarán seguidamente tratan sobre:

- **OBSERVACIONES GENERALES.** Se exponen unas observaciones generales previas, que dan curso a las deliberaciones posteriores.
- **ANÁLISIS DAFO.** Posteriormente se perfilan una serie de ideas específicas derivadas, las cuales necesitan ser organizadas. Utilizamos para ello un análisis de tipo DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades).

B. A partir de aquí, en los apartados subsiguiente (7.2.4 y 7.2.5) culmina esta fase de la investigación con expedientes reales, exponiendo:

- **PROPUESTA DE FUNCIONES.** La interpretación y contraste de todas las consideraciones anteriores nos llevan a configurar la propuesta de funciones técnicas del control, según los objetivos previstos.
- **CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES DEL CONTROL.** En la siguiente fase nos acercaremos a cada una de las funciones constituyentes de la propuesta para marcar sus características y descifrar su aportación al modelo de gestión eficiente.

## Observaciones generales

Como punto de partida, hemos establecido unas consideraciones generales iniciales en orden a un mejor entendimiento de la argumentación posterior y de los resultados.

De tal forma, las deducciones extraídas de todos los trabajos realizados sobre los expedientes de control en edificios ejecutados, **deben entenderse a partir de las siguientes observaciones previas** redactadas con el fin de ir clarificando su contenido:

1. En primer lugar se hace necesario entender **el punto de vista desde el que se realiza el control**, en función del agente que lo propicia.

A este respecto conviene rememorar lo expuesto anteriormente en este capítulo al analizar el factor referente a la independencia del control, proponiendo tres ópticas diferentes:

- **Controles internos**, ejecutados por el mismo sujeto que realiza el producto o la actividad a controlar.
- **Controles externos**, realizados a instancias de un participante diferente al productor.
- **Controles exteriores**, aquellos que se llevan a cabo por parte de un agente ajeno al proceso.

Pues bien, en los expedientes analizados nunca se dan simultáneamente más de uno de estos tipos de control (en cuanto a las actividades de las empresas controladoras), es decir, no se producen dobles controles para contrastar resultados e inspección. La consulta verbal a las empresas de control de referencia nos aclara que en edificación son prácticamente inexistentes los casos con controles de contraste. En cambio parece ser una práctica constante en las grandes obras públicas.

Únicamente cuando existe presencia de OCT se producen controles gestionados por diferentes contratos, debido a las exigencias de las compañías de seguro decenal que obligan a desvincular la empresa que realiza el OCT del laboratorio que controla los materiales<sup>51</sup>, por lo que siempre intervienen dos firmas diferentes. Pero esta situación no implica control de contraste puesto que cada uno realiza un control de naturaleza distinta (evaluación de riesgos y ensayos de materiales, respectivamente).

---

<sup>51</sup> UNESPA.1999. Actuación y reconocimiento de los Organismos de Control Técnico (OCT) en el marco del seguro decenal de daños.

2. También es adecuado señalar **la posible dualidad entre Organismos de Control Técnico (OCT) y Entidades de Control de Calidad (ECC)**. Como ya se ha citado en el apartado 4.1.2, la intervención de las ECC responde a lo recogido en el artículo 14 LOE, mientras los OCT son impuestos por las aseguradoras de daños. En ambos casos se les encomienda la realización del control de proyecto y ejecución, lo que podría originar una duplicidad de intervenciones. Esta posible dualidad se resuelve, en las promociones estudiadas, de dos formas diferenciadas :

- En los casos de control básico, el OCT es desarrollado en exclusiva por una entidad contratada por el promotor a tal fin y no se contemplan actividades como ECC. Sólo se le suma el control de materiales mediante ensayos que se lleva a cabo por un laboratorio perteneciente a una firma diferente al OCT, tal como acabamos de apuntar.
- Para los casos de control ampliado y control total, donde se solapan las actividades como OCT y ECC, es la misma organización quien realiza ambas funciones. La empresa de control contratada atiende al doble papel de asistencia técnica en toda la obra y el proyecto así como evaluador de riesgos para la aseguradora en las unidades cubiertas por la póliza de daños.

3. **Las intervenciones geotécnicas no son consideradas como parte del control**, aunque están realizados por los laboratorios. Los agentes implicados no consideran puramente control de calidad a estas actuaciones, englobándose dentro de los estudios previos para la redacción del proyecto; cuestión que compartimos plenamente.

Lo reconocimientos geotécnicos vienen siendo realizados por laboratorios de control, pues comparten parte de la infraestructura de ensayos y determinación de características propias de estas organizaciones. Pero confundir estas actividades como parte del control de calidad no es acertado, pues no buscan la verificación de requisitos para detección de errores sino la caracterización de elementos (suelos). Es una actividad ubicada en fase de diseño, dentro de los datos de partida para el dimensionamiento de la cimentación y estructura del edificio.

De hecho, el CTE obliga a incluir la información geotécnica como anejo a la memoria del proyecto<sup>52</sup> obligando a que la autoría del estudio geotécnico corresponda al autor del proyecto o técnico competente, y a su visado<sup>53</sup>.

<sup>52</sup> Código Técnico de la Edificación, CTE, Parte 1. 2013.

<sup>53</sup> Código Técnico de la Edificación, CTE, DB SE-C. 2007.

4. Es destacable la **ausencia de documentación completa de los Proyectos Arquitectónicos** en el contenido de cada expediente. Incluso en las actuaciones que incluyen la revisión del proyecto de ejecución como parte del control, no aparece siempre la copia controlada en el propio expediente o sólo figura la parte de estructura y cimentación precisa para la intervención como OCT (los responsables de las empresas nos justifican esta coyuntura por capacidad de almacenamiento de datos en los servidores informáticos, lo que motiva su depósito en otras ubicaciones de forma independiente).

Lo que realmente podemos constatar es que existe un divorcio entre muchos de los criterios de control de calidad y los del proyecto, de forma que los informes con resultados de control rara vez incluyen algún plano o alguna otra referencia al proyecto y no hemos encontrado contraste de los planes de control realmente llevados a cabo con los previstos en proyecto. De igual manera no se utiliza el proyecto para fijar criterios de aceptación y rechazo.

5. Es curioso que **los cambios de la normativa regulatoria de la edificación no alteran los contenidos del control**. Nos referimos principalmente a la aparición de Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación y la actualización de la EHE durante el periodo que comprenden los expedientes objeto de análisis, obteniéndose la misma configuración del control en los expedientes ubicados antes y después de promulgar las nuevas normas.

En concreto las diferentes partes del CTE entran en vigor a partir de 2007 y no supone cambios sensibles en los controles afectados. La redacción en grado prestacional del CTE y su alcance parcial en cuanto a las unidades del edificio están detrás de esta situación, tal como hemos explicado en anteriores capítulos de la Tesis. El Código da libertad para que los responsables de proyecto y ejecución alcancen las prestaciones definidas con tecnologías novedosas o tradicionales, y carece en general de referencias para el control.

Además, de las escasas directrices concretas marcadas por el CTE en cuanto a controles de calidad, la mayor parte ya se hallaban suficientemente introducidas en la dinámica de funcionamiento habitual del control antes de su aparición. Nos referimos, por ejemplo, a las pruebas de presión de la fontanería a realizar por sus ejecutores o los registros documentales de los materiales.

De otra parte, la instrucción EHE es actualizada en 2008 sin que se incorporen notables variaciones en la tipología de controles a realizar. Por tanto, los proyectos adaptados a la nueva o antigua edición responden a un tratamiento similar en cuanto a diseño y planteamiento del control.

6. Conviene insistir de nuevo en que todos los expedientes aportados pertenecen a **la construcción de edificios de nueva planta**. Nuestros objetivos ya están claramente definidos para este tipo de promociones, si bien al compartir información con las organizaciones de control, se presentan dos argumentos complementarios que afianzan la exclusión de proyectos de rehabilitación:

- Las rehabilitaciones de envergadura pertenecen, en general, a proyectos singulares, muchas veces en el patrimonio histórico, donde las peculiaridades de todo tipo son innumerables. Son muy escasas las intervenciones sistemáticas que afecten a un conjunto edificado con unidades repetitivas.
- En paralelo a lo anterior las actividades de control en rehabilitación carecen de ningún tipo de patrón. Cada actuación se configura “ad hoc” para una necesidad planteada. En consecuencia no suele existir un plan de control previo y los expedientes documentales, cuando existen, no guardan una estructuración.

En el material estudiado sólo aparecen algunos casos de rehabilitaciones parciales, en los que se conserva una parte minoritaria del edificio existente, como por ejemplo ciertas zonas de fachada. Además en este tipo de inmuebles la nueva planta acapara la práctica totalidad del control, mientras la parte de la construcción a restaurar suele estar contemplada dentro de los estudios previos realizados antes del proyecto.

## Análisis DAFO

El conjunto de datos e información recabada del análisis sobre las actividades de control real muestra aciertos y errores de diferentes rasgos, los cuales deben ser tratados de forma que puedan obtenerse resultados útiles a la investigación.

Utilizaremos para este fin la técnica DAFO, ideada para la realización de análisis estratégicos a partir de una situación dada. Es un procedimiento con solvencia demostrada en el mundo de la empresa desde la década de los 60 del siglo pasado, y que está fundamentado en la identificación de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de un sistema, de donde toma las iniciales para el acrónimo que lo denomina.

La norma UNE 66178<sup>54</sup> los contempla como herramienta para el proceso de mejora continua, con utilidad para las fases de información y proyecto de mejora.

Cada apartado contempla los siguientes elementos de diagnóstico:

- **Debilidades:** Aspectos negativos propios o internos, contemporáneos al tema estudiado.
- **Amenazas:** Aspectos negativos externos que pueden afectar al asunto tratado.
- **Fortalezas:** Aspectos positivos internos existentes en el momento analizado.
- **Oportunidades:** Aspectos positivos externos que el entorno ofrece.

Apoyándonos en esta teoría, la información destacada tras el estudio de todos los expedientes, y en particular de los representantes seleccionados, se somete a un análisis y debate interno en el equipo de investigación para poder concretar reflexiones y generar una síntesis de ideas a encuadrar en cada uno de los cuatro aspectos DAFO.

En consecuencia, **la clasificación DAFO** de los principales postulados que se infieren de todo el análisis anterior es:

### **DEBILIDADES**

1. Tal como hemos detallado, un 49,0 % de los edificios objeto de estudio tienen un control básico y un 28,7 % responden a control ampliado (44 uds.), es decir, **un 77,7 % del total no agota las posibilidades ofrecidas por los controladores**. Además existen 13 expedientes (8,5% del total) en los cuales

---

<sup>54</sup> UNE 66178:2004 Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía para la gestión del proceso de mejora continua.

se realizan exclusivamente los ensayos de los materiales de la estructura, con una intervención del control a todas luces parca (Fig. 7/14).

Por otro lado, aún fijándonos en el control máximo, son escasas las intervenciones en posventa y casi nulas las actuaciones sobre actividades propias del promotor, como las condiciones técnicas de contratación.

El control está concentrado en la fase de obra, y sobre todo en la etapa de estructuras, con una distribución muy asimétrica en el conjunto del proceso edificatorio.

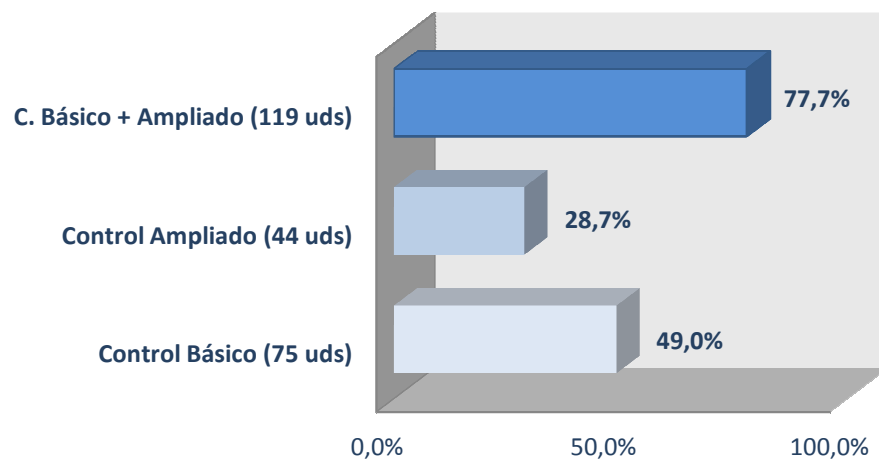


Fig. 7/14. Distribución de controles no totales en los casos estudiados

2. **Es generalizada la ausencia de pronunciamiento sobre los resultados de los controles realizados.** Tal como apuntábamos en la introducción a la Tesis, la información del control está centrada en los valores obtenidos, obviando en muchos casos conclusiones o comentarios.

El controlador tiende a contrastar resultados sólo en aquellos casos minoritarios donde la normativa incluye prescripciones (aunque en muchos casos se trata de normativa no obligada, como el de la fig. 7/15), sin que suela aportar ningún valor o fuente de referencia para en el resto de casos.

Un caso particular lo constituyen aquellas actuaciones como asistencia técnica donde la entidad de control aporta compendios o información complementaria analizando los resultados necesarios para la toma de decisiones.

Número Acta: 17406

**ESPECIFICACIONES PARA LADRILLOS CERÁMICOS SEGÚN UNE 67-019-96**

NORMA DE ENSAYO	CARACTERÍSTICAS		ESPECIFICACIONES	
			LADRILLO CARA VISTA	LADRILLO PARA REVESTIR
UNE 67-039	ESTRUCTURALES	EXFOLIACIONES O LAMINACIONES	Ninguna	Ninguna
		FISURAS	≤ 1 Pieza fisurada	
		DESCONCHADOS	≤ 1 Pieza desconchada No se admitirá ningún desconchado con dimensión media superior a 15 mm en las caras no perforadas	
UNE 67-030	TOLERANCIAS DIMENSIONALES	SOBRE EL VALOR NOMINAL	10 cm. < L ≤ 29 cm.	± 3 mm.
			L ≤ 10 cm.	± 2 mm.
		SOBRE LA DISPERSIÓN	10 cm. < L ≤ 29 cm.	5 mm.
			L ≤ 10 cm.	3 mm.

Fig. 7/15. Recorte de un acta de ensayos con las prescripciones de una norma UNE

3. No quedan reflejados, en general, los criterios de muestreo empleados. **Suelen carecer de justificación tanto las previsiones como los tamaños de inspección finalmente realizados**, ni se argumentan las desviaciones existentes.

En muchas partidas se realiza un único control, lo cual representa, salvo excepciones, un muestreo insuficiente. Las entidades que nos aportan los datos justifican este particular aludiendo que, fuera de la estructura de hormigón, la amplitud y modalidad del control se concretan casi siempre por criterios económicos mediante un límite de presupuesto por parte del petionario, el cual marca la dimensión del control.

Sólo un reducido número de promotores propone una planificación técnica del muestreo previamente establecida, fruto de su análisis técnico interno y experiencia acumulada.

4. Es difícil encontrar observaciones o información útil para el uso o mantenimiento del edificio. Además los muestreos y controles no contemplan en su mayoría los diferentes condicionantes de utilización (no es lo mismo el control de la solería de un portal que la de un trastero, aunque constructivamente sean iguales).



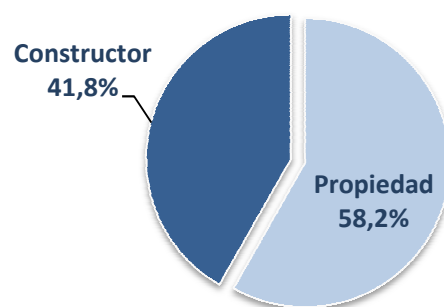
**En general los procedimientos de control** miran hacia el cliente interno, es decir, responden a requerimientos del proceso constructivo, **relegando los del usuario.**

### AMENAZAS

5. **Es una amenaza restringir el control de calidad como una partida más de la obra**, que se abona al constructor, y sin ningún contraste adicional de los controladores. Apunta hacia ello el hecho de encontrarnos con un 41,8 % del estudio donde el control existente se contrata por el constructor. Aunque está por debajo del porcentaje contratado por el promotor (58,2%) lo consideramos aún muy elevado, dada las diversas recomendaciones en contra de esta vinculación del control con el ejecutor. Además, dentro de nuestros análisis en profundidad de representantes, es destacable un grado de incumplimiento mayor en los casos de contrato por la constructora, si bien las causas precisas de estas situaciones no están documentadas.

Lo que parece demostrado es que el control tiene así una visión parcial, reduciéndose notablemente el espectro necesario.

La figura 7/16 representa la distribución del agente autor del encargo del control en el conjunto de los 153 expedientes estudiados.



**Fig. 7/16. Distribución porcentual del agente autor del encargo en nuestro estudio**

6. La inclusión del OCT en estructura y cimentación de viviendas supone, en principio, un avance como complemento del control. Sin embargo, ya hemos referido cómo el OCT se puede convertir en ciertos casos en sustituto de otros mecanismos de supervisión más amplios, como los definidos para la ECC. En 73 de los 101 casos donde encontramos control del OCT, no existe solape de actividades como ECC (Fig. 7/17). Además los OCT atienden a criterios externos al proceso, creando incertidumbre sobre su actuación. Nos

referimos a que estos organismos responden a los riesgos y baremos administrativos propios del sector asegurador con el consiguiente distanciamiento de objetivos con respecto al proceso edificatorio.

Teniendo presente que existen propuestas legislativas para ampliación de las actuaciones del OCT a más unidades y tipologías de edificios, **la citada desviación del control hacia la óptica del asegurador, si no se orienta adecuadamente, puede llegar a convertirse en una amenaza para la eficiencia del mismo.**

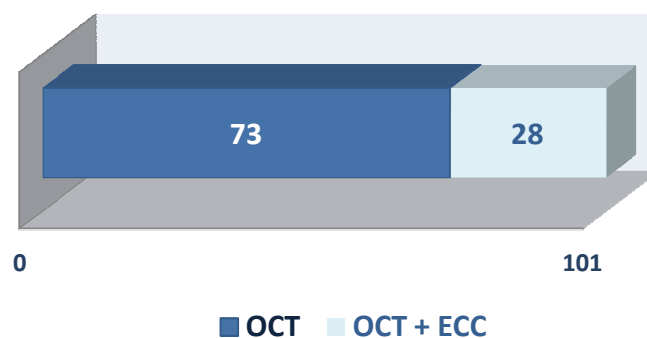


Fig. 7/17. Distribución de los 101 expedientes con intervenciones de OCT

7. La presencia de certificados y marcas de calidad en los productos y empresas participantes en las construcciones es recurrente en los expedientes estudiados, donde el exceso de documentación acreditativa llega a situar esta información en archivos anejos, sin que medie análisis de su contenido.

Las indiscutibles bondades de estos distintivos pueden tornarse en contra, **si son considerados como meros documentos para registrar.**

8. La distribución de responsabilidades derivada de la LOE coloca al control como informador. Hemos detectado que existen diversos casos donde la advertencia sobre anomalías se repite en informes sucesivos del controlador. Con ello se pone de manifiesto la existencia de fallos en la comunicación con los agentes que deben tomar decisiones.

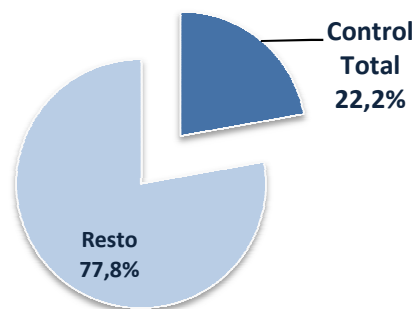
Esta situación se produce en edificaciones con planes de control extensos, lo que nos lleva a deducir que el incremento deseado del control suma, de continuo, una nueva voz al nutrido grupo de participantes, **con riesgo de fallos o saturación en la información.**

**FORTALEZAS**

9. **Las asistencias técnicas** son, sin duda, uno de los aspectos más positivos en la contribución del control de calidad a la disminución de fallos. En general están bien planteadas, son completas y adecuadamente fundamentadas.

La eficiencia del control pasa inevitablemente por el asesoramiento de quien detecta el problema, el controlador, hacia el agente o agentes que deben resolverlo.

10. **El control total afecta al 22,2 % de los edificios estudiados** (34 sobre los 153 totales), estimándose como un porcentaje relevante, habida cuenta de la ausencia de obligatoriedad en buena parte de las actuaciones. Este hecho traslada optimismo con respecto a la apreciación del control como instrumento eficaz para alcanzar la calidad.



**Fig. 7/18. Porcentaje de expedientes estudiados con control total**

11. **Los ensayos sobre hormigones y armaduras** tiene un tratamiento exquisito en la muestra analizada, con un cumplimiento de lo previsto en el **100%** de los casos y con actuaciones derivadas totalmente consecuentes con los resultados (bien se aceptan o en su caso se articulan ensayos complementarios, recálculos, etc.).

Es claro que las prescripciones normativas de la EHE colaboran en el éxito pero no por ello hay que quitar ejemplaridad a estas unidades del control.

12. También en las partidas no estructurales, **conviene subrayar el cumplimiento de buena parte de las previsiones** así como el hecho de superar en algunos casos lo reflejado en el plan de control. Aunque no exista un criterio de muestreo justificado, denota una utilización del control afín con las necesidades planteadas.

13. **La documentación de los expedientes está bien organizada y es coherente con el desarrollo constructivo del edificio.** Los informes están referenciados adecuadamente en la práctica totalidad de los casos y algunos aportan croquis de situación o detalles del contexto.

En los casos de control total y en algunos del ampliado, existen documentos de seguimiento de controles y resumen de resultados, muy útiles para aclarar el desarrollo de las actividades.

### **OPORTUNIDADES**

14. **La creciente complejidad tecnológica** impulsa la necesidad de medición de parámetros y una verificación con mayor precisión. Tal es el caso de las instalaciones, donde figuran un considerable número de pruebas que afectan a una magnitud importante de obras. El control de calidad tiene el reto de adaptarse a esta realidad.

15. Por otro lado el incremento en prefabricación e industrialización de productos desplaza parte del clásico control de ensayos al productor, quién lo avala mediante **documentación acreditativa**. Ello permite también que los planes de control en obra puedan aumentar el control de otras partidas, tales como la supervisión del proyecto y ejecución, lo que puede observarse en algunas de las promociones estudiadas.

Supone un paso, aún insuficiente, hacia el reparto equitativo y **puede potenciar la racionalización de las tareas de control.**

16. En uno de los edificios estudiados se llevan a cabo las verificaciones para la obtención de la prestigiosa **certificación de edificio completo “LEED”** en materia de eficiencia energética y sostenibilidad. Al ser un único caso no puede tomarse como representativo (de ahí que se descarte en la selección para el análisis en profundidad) pero pone de manifiesto una tendencia interesante.

Las ideas expuestas a través del análisis DAFO se resumen en la siguiente tabla:

	-	+
Propios	<b>DEBILIDADES :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distribución del control en el proceso</li> <li>2. Resultados sin pronunciamiento</li> <li>3. Dimensionado sin criterios técnicos</li> <li>4. Falta orientación al usuario</li> </ol>	<b>FORTALEZAS :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Asistencias técnicas eficaces</li> <li>10. Porcentaje casos con control total</li> <li>11. Control materiales EHE ejemplar</li> <li>12. Cumplimiento del plan de control</li> <li>13. Organización documental</li> </ol>
Posibles	<b>AMENAZAS :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Control como mera partida de obra</li> <li>6. Desviación del control al asegurador</li> <li>7. Falta de atención a los certificados</li> <li>8. Saturación comunicativa</li> </ol>	<b>OPORTUNIDADES :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>14. Incremento tecnológico</li> <li>15. Racionalizar el control de materiales</li> <li>16. Certificación de edificios completos</li> </ol>

Tabla 7/20. Esquema del análisis DAFO


### 7.2.4 Funciones del control derivadas del estudio de expedientes

A partir las observaciones previas y del análisis DAFO, estamos en condiciones de dar curso a la necesaria fase de síntesis para este apartado de acercamiento al mercado que pone en contexto nuestra propuesta.

Para ello hemos realizado una lectura de todas las ideas expuestas con el fin de delimitar herramientas concretas a requerir de las organizaciones de control. Cobran especial interés aquellos aspectos que cuentan con dos características esenciales:

- A. Fundamento empírico, al tener un reflejo en la realidad que ofrecen o pueden llegar a ofrecer las empresas dedicadas al control técnico de calidad.
- B. Capacidad para dar respuesta a los requerimientos planteados, que en nuestro caso conlleva atender a las demandas de control puestas de relieve al analizar los factores condicionantes.

Con tales premisas derivadas del estudio de la realidad, **las siete funciones operativas que configuran nuestra propuesta** como estrategia completa de control son:



- Control del encargo**
- Control del proyecto**
- Control de materiales**
- Control de ejecución**
- Pruebas de servicio**
- Control de entrega y posventa**
- Asistencia técnica**

**Tabla 7/21. Propuesta de Funciones operativas del control de calidad**

La vinculación de estas siete Funciones propuestas con las ideas del análisis DAFO de las que parten (numeradas del 1 al 16 en el cuadro anterior), se expone en la siguiente tabla:

<i>Función</i>	<i>DAFO</i>
<i>Control del encargo</i>	1,3,5,8,14
<i>Control del proyecto</i>	1,5,6,10,14
<i>Control de materiales</i>	10,11,12,15
<i>Control del ejecución</i>	1,6,8,10,13
<i>Pruebas de servicio</i>	1,5,10,16
<i>Control de entrega y posventa</i>	1,4,5,10,13
<i>Asistencia técnica</i>	2,7,8,9,12,13,14

**Tabla 7/22. Relación entre la propuesta de Funciones y las ideas DAFO**

De esta forma se conforman los “Cómo” de nuestro método matricial QFD, definido en el apartado 6.2.1 de la Tesis, toda vez que estas misiones o funciones nos sirven para afrontar los requisitos planteados a través de los factores, de forma que configuremos un control altamente eficiente.

Seguidamente nos acercaremos a cada una de las funciones del control referenciadas para concretar su justificación, proliferar en sus características y aportaciones así como citar las referencias bibliográficas que confirman nuestros argumentos.

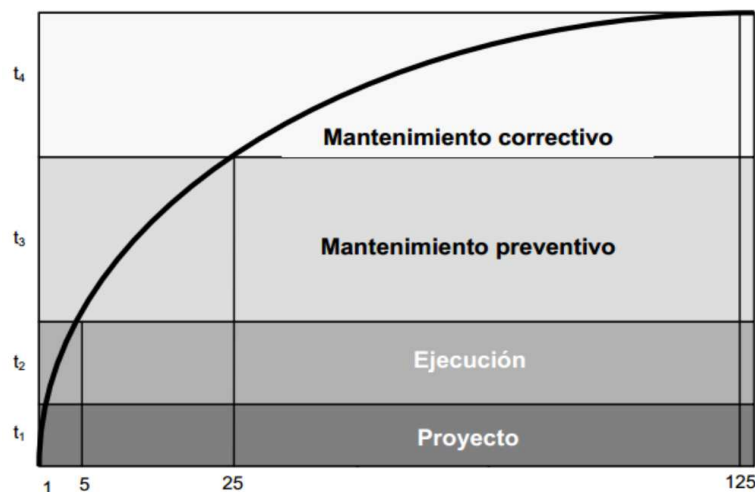
## 7.2.5 Características y aportaciones de las Funciones

### **Control del encargo**

Este punto cardinal del proceso posee una reducida implantación en el sector, lo que se denota con una presencia muy baja en las promociones estudiadas. No obstante, posee elementos muy trascendentes por su importancia específica y por ser extensibles a otras funciones del control de calidad, constituyendo una acción operativa de gran calado, como se desprende del análisis DAFO.

Al hablar del “Control del Encargo” nos referimos en concreto a la verificación de las condiciones técnicas en la contratación así como a la organización de los diferentes agentes y procesos participantes. Su denominación proviene de las referencias más comunes en la bibliografía, si bien podríamos también llamarle control organizativo, referido al conjunto del edificio en sentido genérico. Es una actividad factible con los recursos disponibles, cuya justificación estriba en una incorporación decisiva de controles desde el inicio. En este tipo de actuaciones “aguas arriba” el incremento de capacidad para subsanar desviaciones es más que notable.

Dicha aptitud correctora queda demostrada en la llamada **regla de Sitter**<sup>55</sup>, la cual afirma que un dólar invertido en prevención para una fase A, ahorra 5 dólares en la fase B, 25 en la C y se multiplica así progresivamente a través de las 5 fases establecidas. Por tanto si no realizamos un desembolso por valor 1 en inicio, nos puede llegar a costar 125 al final del proceso (figura 6/18).



**Fig. 7/19. Regla de Sitter o de los cinco**

Fuente: Vergara/Zevallos. 2014

<sup>55</sup> Sitter W.R. (CEB-RILEM). 1983.



Se afianza de tal modo la idea de que el control es prevención, siendo por tanto muy relevante su aplicación temprana. La actuación del control organizativo desde el origen de las acciones en edificación puede maximizar esta labor preventiva.

Si atendemos a lo publicado sobre el control del encargo, podemos destacar de nuevo a Meseguer, quien viene destacándolo desde 1972, con una frase retórica que lo resume:

***“sólo el que sabe lo que quiere sabe pedir lo que quiere”.***<sup>56</sup>

Por su parte Calavera<sup>57</sup> también lleva años proponiendo ampliar la cadena de actividades a controlar con *“un eslabón más en cada extremo”*. Señala como primer eslabón a añadir el control del encargo, en sentido genérico, donde fija muchas causas para la falta de calidad del producto (el otro extremo estaría relacionado con la entrega, que veremos posteriormente).

Aunque no en exclusiva, las actividades enmarcadas dentro del denominado encargo u organización competen primordialmente al promotor. De hecho la LOE define al promotor como quien *“decide, impulsa, programa y financia”* las obras de edificación. Entre sus obligaciones legales figuran:

- *“Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.*
- *Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.*
- *Suscribir los seguros previstos en el artículo 19 LOE”.*<sup>58</sup>

Además el articulado asigna al promotor la realización del encargo al proyectista así como la contratación del constructor. También otros agentes, como la Dirección Facultativa, están vinculados a él de forma habitual.

Todo este conjunto de operaciones no está sometido a ninguna verificación prescriptiva, a pesar de que la influencia de estas decisiones condiciona las actividades de muchos intervinientes. Además la legislación no obliga al promotor a tener personal ni conocimientos técnicos. Pensemos en la complejidad que pueden llegar a alcanzar los estudios previos para la realización del proyecto, tales como geotécnicos, arqueológicos, etc., o la trascendencia que tiene el cumplimiento de las programaciones temporales, donde un simple cambio en el orden de contratación puede acarrear graves retrasos y otras consecuencias negativas.

<sup>56</sup> García Meseguer, A. 1972. Revista Informes de la construcción.

<sup>57</sup> Calavera Ruíz, J. 1984. La calidad en la Edificación.

<sup>58</sup> El entrecomillado completo pertenece al art. 9 LOE.

En cambio, una intervención de asesoría y control técnico y organizativo en esta etapa conlleva ventajas como:

- Distribución adecuada de recursos.
- Incorporación de conocimientos y tecnologías desconocidas por el contratante.
- Crear cauces de comunicación y organización de los numerosos participantes.
- Un punto de vista técnico que ayuda a la prevención de errores en este campo.
- La participación con el promotor mejora la orientación hacia el usuario.

Se trata de tareas que en muchos casos están realizando los equipos de proyectistas como primeros técnicos en incorporarse al proceso, fuera de su ámbito de obligaciones directas. De ahí que subrayemos su carácter imprescindible y la necesidad de encaminarlas dentro de un programa de actuaciones regladas como son el control y la asistencia técnica.

Para el análisis de la influencia relativa de este apartado en el conjunto del proceso nos acercamos a la sorprendente estadística que nos propone Garrido<sup>59</sup>. El autor sostiene que los aspectos técnicos son el origen sólo de la tercera parte de los problemas, mientras los organizativos suponen los dos tercios restantes, la representación gráfica a partir de datos de fallos en encuestas europeas puede verse en la fig. 7/20.

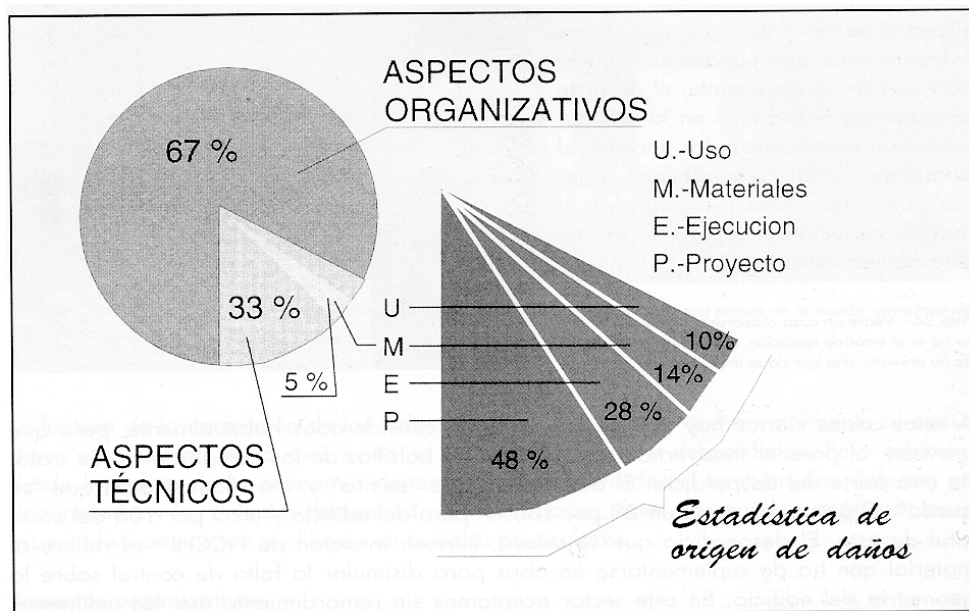


Fig. 7/20. Estadística general de origen de daños

Fuente: Antonio Garrido Hernández

<sup>59</sup> Garrido Hernández, A. 1995. Aseguramiento de la Calidad en la Construcción. Cap. 2.

También los trabajos de investigación del doctor Espino<sup>60</sup>, perteneciente a nuestro grupo de investigación, revelan que los fallos organizativos son muy representativos. Este autor investiga sobre los orígenes de 377 siniestros en edificios donde el factor organizativo está presente de forma mayoritaria, siendo difícil precisar la suma de porcentajes exactos por expresarse las causas en epígrafes genéricos, tales como “experiencia de la mano de obra” o “material”, donde las cuestiones de organización suelen tener un fuerte peso. Los datos se reflejan en la tabla 7/23.

CAUSAS	Nº	%
Falta de Estudio y análisis del proyecto	123	32,63%
Experiencia de la Mano de obra	34	9,02%
Falta de Seguimiento documental de la obra (LO y/o Actas)	23	6,10%
Atención de las reclamaciones en plazo y forma	18	4,77%
Falta de mantenimiento	16	4,24%
Situación geográfica	15	3,98%
Falta Control documental de cambios de calidad	14	3,71%
Comportamiento del material en el sistema constructivo	14	3,71%
Material	14	3,71%
Uso y/o ocupación temporal y/o parcial del edificio	13	3,45%
Sistema constructivo (obra singular/tradicional)	11	2,92%
Climatología.	9	2,39%
Falta de Adecuación de las certificaciones a la obra final.	8	2,12%
Unificar la DO y Jefatura de obra en un agente del proceso	7	1,86%
Intervención del promotor	7	1,86%
Ausencia de Control de ensayos materiales y de ejecución	7	1,86%
Volumen de la entidad constructora	6	1,59%
Características y/o comportamiento físico-mecánico-químico	6	1,59%
Experiencia equipo técnico	5	1,33%
Falta de aportación documental al usuario final	5	1,33%
Modificaciones en el inmueble	4	1,06%
Plazo y coste de la obra	4	1,06%
Tipología del terreno	4	1,06%
Obsolescencia o degradación natural del material	4	1,06%
Subcontratación deficiente	2	0,53%
Compatibilidad de materiales y comportamientos mecánicos	2	0,53%
Nivel Económico medio de la comunidad o propietarios	2	0,53%
Nivel cultural medio de la comunidad o propietarios	0	0,00%
<b>SUMA</b>	<b>377</b>	<b>100%</b>

**Tabla 7/23. Cuantificación de causas de siniestros en edificios (España)**

Fuente: Dr. Ubaldo Espino

Las referencias de las fuentes expuestas nos **sancionan la importancia de esta función** de control de encargo u organizativo que abordamos.

<sup>60</sup> Espino Pérez, U. 2013.

Su incorporación a los planes de control de edificios es perfectamente factible. En la cartera de productos de las principales entidades de control que trabajan en nuestro país, referenciadas en el apartado 4.2 de la Tesis, pueden observarse servicios que cubrirían las funciones descritas en este punto, incluso se incorporan algunas herramientas novedosas relacionadas de algún modo con este tema, ya que sus cometidos tocan de lleno aspectos organizativos y de gestión para proyectos.

De entre estas nuevas actuaciones (las cuales suponen además una renovación tecnológica en la gestión del control), podemos citar algunas como:

- **Project management.** Es una disciplina más amplia que el control, pero que solapa con ésta en sus objetivos de gestión y organización óptima de recursos.
- **Due diligence.** Vinculada a la contratación de empresas, afectando a la evaluación de proveedores e información necesaria para encargos a terceros.
- **Project monitoring.** Es un seguimiento de actuaciones por parte de inversores o gestores, que trae consigo procedimientos de control.
- **Configuration management.** Se trata de gestionar la información completa de cada uno de los ítems y componentes que se van incorporando al edificio, de forma que se puedan identificar éstos tal como han quedado al final del proceso de construcción.

### ***Control de proyecto***

En nuestro muestreo de la realidad podemos comprobar que la supervisión del proyecto se incorpora a muchos edificios (80,4 % del conjunto estudiado), donde no obstante, la obra sigue concentrando la mayor parte de la dedicación, como se desprende del análisis DAFO.

Verificar el proyecto técnico del edificio es indiscutiblemente una importante actividad a considerar. Posibilita la detección de fallos en la definición de unidades, aspecto crucial para la calidad en la ejecución y uso del edificio. Comparte buena parte de los argumentos que justifican el control del encargo, con quien se une en la responsabilidad de especificar y organizar.

Como se ha detallado al tratar la normativa sobre control, la legislación obligatoria en España no prescribe, en modo alguno, el control del proyecto arquitectónico, limitándose a citarlo o recomendarlo. Es obvio que dicha razón está detrás de la baja proporción de expedientes donde esta comprobación se realiza voluntariamente (23,5% del total de expedientes), ya que la inclusión del control de proyecto en el resto de los casos está limitada a una supervisión parcial para evaluación de riesgos de estabilidad, la cual es obligada por el seguro decenal de viviendas. La distribución que arroja nuestro estudio la vemos en las figura 7/21.

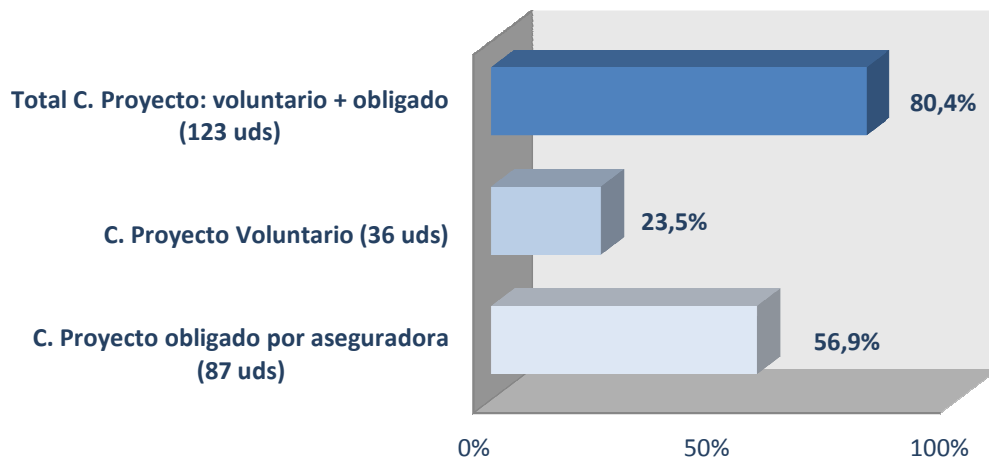


Fig. 7/21. Distribución del control de proyecto en el total de nuestro estudio

De nuevo debemos hacer mención a las **estadísticas de fallos** publicadas por otros autores, para poner énfasis en la primera posición que ocupan las patologías de origen técnico debidas al proyecto. Calavera<sup>61</sup> sitúa el porcentaje de edificios con patologías debidas a proyectos en el 35-45% de los casos por él contemplados.

Existen otras numerosas fuentes para ilustrar de forma completa este tipo de registros, casi todas coincidentes en los porcentajes de causas, por lo que recurrimos a riguroso estudio de Vieitez<sup>62</sup> avalado por diversas publicaciones y autores posteriores.

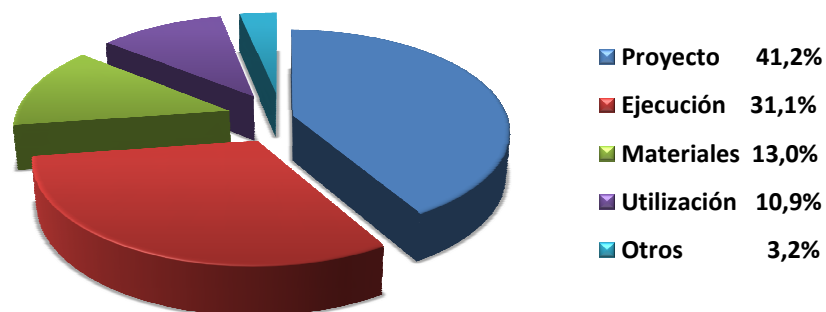


Fig. 7/22 Estadística de causas de las lesiones en Construcción para España.

Fuente: J.A Vieitez Chamosa

<sup>61</sup> Calavera Ruíz, J. 1995. *Proyectar y controlar proyectos*.

<sup>62</sup> Vieitez Chamosa J.A. 1984. *Patología de la construcción en España. Aproximación estadística*.

Por otro lado, la repercusión del control de proyecto sobre la calidad del edificio y sus costos durante la vida útil es analizada por Conradi <sup>63</sup>. La autora estima un 15% de bajada de costes en caso de realizar el control en esta etapa, fruto de la reducción directa del coste de corrección en los fallos que se evitan, pero compensada por el incremento de la inversión en la propia revisión del proyecto.

De tal forma si asignamos un 100% a los costes totales de fallos para los casos sin control de proyecto, la gráfica comparativa desglosada quedaría como se refleja en la figura 7/23.

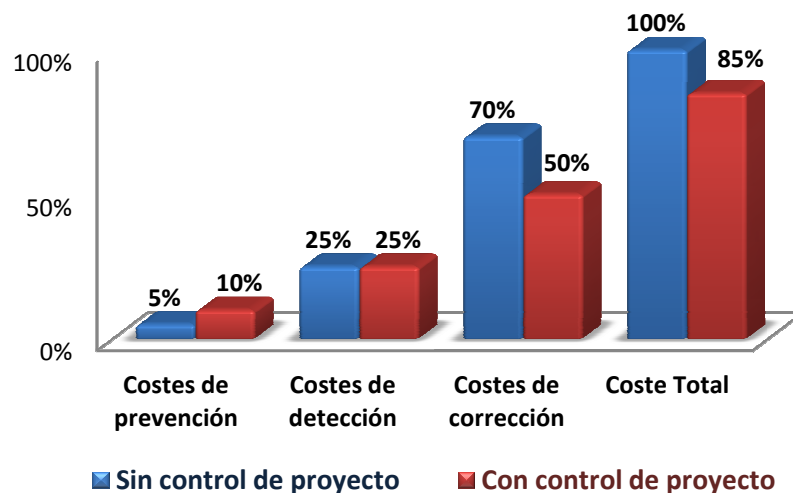


Fig. 7/23. Comparativa de costes de fallos en la edificación (España)

Fuente: Dr. Esperanza Conradi Galnares

### ***Control de materiales***

Es la actividad del control más arraigada en construcción. La totalidad de los 153 expedientes estudiados poseen control de materiales estructurales y en 73 de éstos encontramos también ensayos de otros materiales (Fig. 7/24).

<sup>63</sup> Conradi Galnares E.; 2002. Evaluación de la calidad actual de los proyectos de edificación. Propuesta de control mediante implantación de sistemas de gestión de la calidad.

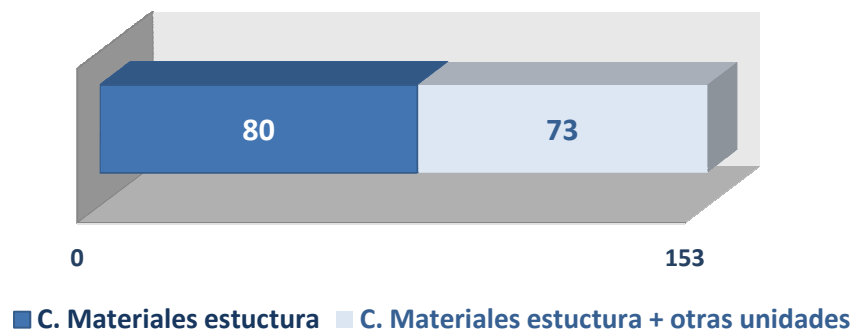


Fig. 7/24. Distribución del control de materiales en los 153 expedientes objeto del estudio

No cabe duda que los datos sobre características de los materiales y su cumplimiento de especificaciones aportan luz para la conformidad de uso del edificio, siendo una función imprescindible entre los servicios de control a contemplar. Es una labor en la que se suelen implicar estrechamente gran parte de los agentes técnicos recogidos en la LOE, tal como recoge Barrios Sevilla<sup>64</sup> al tratar este tema.

Lo que sí cabe considerar es su desplazamiento, desde los clásicos ensayos en obra, hacia la verificación documental mediante certificados, marcas, etc. aportados por el fabricante. Si bien esta transformación hay que estimarla en su justo alcance, pues no debe suponer de facto la supresión total del control mediante ensayos de recepción, tal como expusieron los laboratorios españoles en su primer congreso nacional<sup>65</sup>. Se trata de racionalizar el control de materiales con un **reparto equitativo entre el productor y el receptor**, tal como se ha propuesto en el apartado de oportunidades del análisis DAFO realizado.

Las estadísticas sobre fallos en edificación, que hemos ilustrado con los ejemplos representativos de las figuras 6/21 y 6/22, ponen de relieve que los materiales son la parte del proceso constructivo propiamente dicho con menor responsabilidad en los siniestros. Es obvio que la tradición de control colabora decisivamente en esta baja proporción de fallos debidos a los materiales utilizados en construcción.

Esta hipótesis podemos avalarla al considerar las unidades estructurales por separado, donde Aragón<sup>66</sup> nos presenta **un porcentaje de fallos en materiales de la estructura notablemente inferior** al de las estadísticas de construcciones completas antes expuestas, pasando del 13% al 5,6% (Fig. 7/25), lo que es una consecuencia

<sup>64</sup> Barrios Sevilla J.(et al). 2009. La construcción con hormigón armado.

<sup>65</sup> 1º Congreso Nacional de Laboratorios de Construcción. Toledo. 2008.

<sup>66</sup> Aragón Fitera, J. 2011. Análisis estadístico de la patología de forjados de hormigón armado en la edificación gallega. Tesis doctoral. E.T.S. Arquitectura. Universidad de la Coruña.

directa de la universalización de ensayos en este capítulo (esta afirmación se corrobora además por contemplarse su presencia en el 100% de los edificios de nuestro estudio).

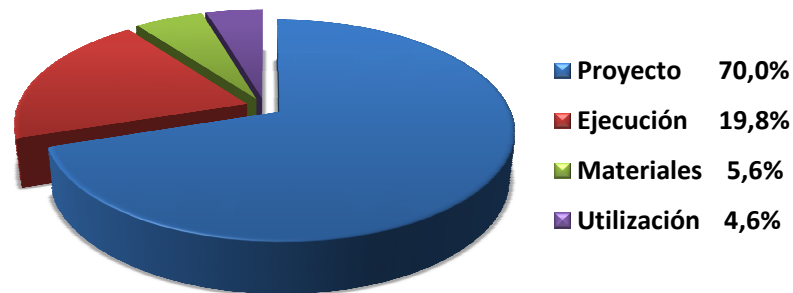


Fig. 7/25. Origen de lesiones estructurales en edificaciones españolas

Fuente: Aragón Fiterá, J.

La lectura de lo anterior nos llevaría a extender la configuración del control de materiales estructurales al resto de unidades, tomando **como modelo los criterios de la instrucción EHE**. Esta propuesta choca con la ausencia de criterios de muestreo prescriptivos en la normativa para gran parte de los materiales de construcción, lo que lleva a que se impongan los límites económicos para fijar la extensión de los planes de control. Ambas ideas conectan también con los resultados plasmados tras el análisis DAFO de los expedientes.



Imagen 7/05. Toma de muestras para ensayos de resistencia del hormigón en una obra estudiada.



### Control de ejecución

Este tipo de control aparece en 114 de los 153 expedientes estudiados. Pero encontramos una situación similar a la que ofrece el control del proyecto, pues sólo en 42 de estos casos existe control de ejecución de forma voluntaria, es decir, no impuesto por el seguro decenal para emitir la póliza obligatoria en viviendas (fig. 7/26).

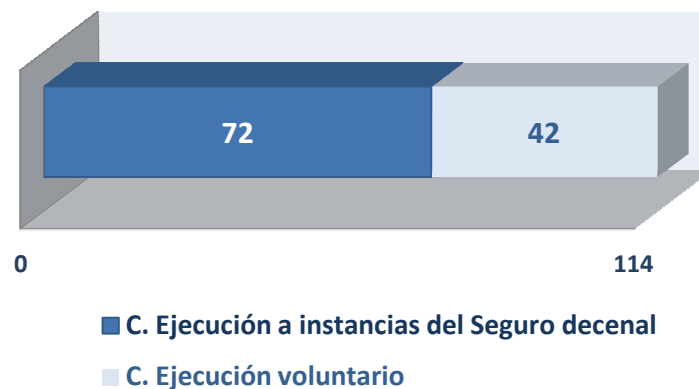


Fig. 7/26. Distribución de los 113 expedientes con Control de Ejecución

Es una tarea innata a la dirección facultativa de la obra, donde la colaboración de entidades de control se justifica por dos aspectos principales:

- La industria de la construcción trabaja montando **in situ** productos no repetitivos y con **una dependencia elevada de la mano de obra**, haciendo de la ejecución una fase con multitud de aspectos a supervisar.
- **La diversidad tecnológica actual**, que precisa de amplios equipos multidisciplinares.

El apoyo que supone para la dirección de obras contar con una entidad que, bajo su coordinación, comparta las tareas de control parece importante. Así nos la hace ver Garrido cuando afirma que *“la relación entre ambos queda expresada como una colaboración de la Entidad de Control de Calidad para la toma de decisiones del Director de la Ejecución”*.<sup>67</sup>

Como ya hemos expuesto, los fallos debidos a ejecución están presentes en el segundo lugar cuantitativo de las estadísticas consultadas, pudiéndose seguirse un razonamiento paralelo al explicado para los materiales, es decir, que cuando se realiza un mayor control de ejecución (como es el caso de las unidades de estructura) el porcentaje de fallos disminuye.

<sup>67</sup> Garrido Hernández, A. 2004. El libro del Director de la Ejecución de la Obra.

En este sentido Piñeiro<sup>68</sup> destaca que los problemas patológicos en fase de ejecución tienen origen “*generalmente por un control inadecuado de la misma*” afianzando así la importancia del control en esta área.



Imagen 7/06. Imagen tomada durante el control de ejecución de forjado en una obra estudiada

### ***Control mediante pruebas de servicio***

Incluimos bajo este epígrafe a las verificaciones in situ encaminadas a probar el funcionamiento de unidades una vez terminada su ejecución, antes de la entrega. Son muy frecuentes en los expedientes estudiados.

La modalidad más común que hemos hallado en nuestro muestrario está formada por las **pruebas de funcionamiento de las principales instalaciones**, (electricidad, fontanería y saneamiento) presentes en todas las construcciones de los grupos de control total y ampliado. También las **pruebas de estanqueidad al agua** de cubiertas y fachadas son muy frecuentes y en menor medida aparecen las comprobaciones de otras instalaciones (telecomunicaciones, contra incendios, etc.). Sólo en dos de los 153 edificios se acometen pruebas acústicas y en otro único caso se realizaron pruebas de carga de la estructura. En ningún caso encontramos pruebas para medición de parámetros relacionados con el ahorro de energía (rendimientos, infiltraciones de aire, transmitancias, etc.) las cuales entendemos de gran importancia en el contexto de exigencias de la edificación actual y en las que nuestro grupo de investigación mantiene una línea de trabajo.

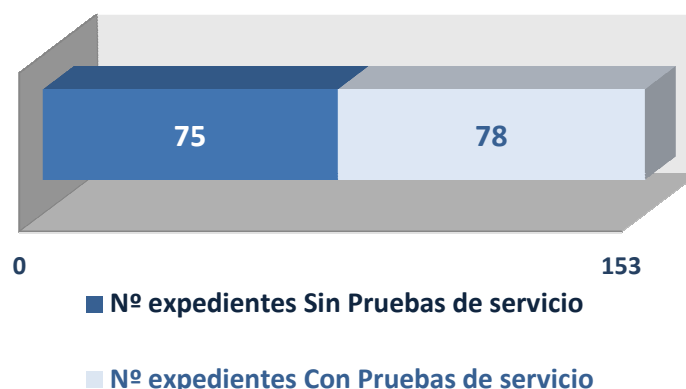
<sup>68</sup> Piñeiro Martínez de Lecea, R. (et al). 2008. Procesos patológicos frecuentes en edificación. Casos de estudio.



**Imagen 7/07. Imagen tomada sobre una prueba de estanqueidad in situ realizada en un expediente estudiado**

En cualquier caso el abanico posible de pruebas de servicio abarca la totalidad de la edificación, según podemos confrontar en la bibliografía especializada. De las fuentes consultadas hemos querido destacar la Guía de Pruebas de Servicio publicada por el Gobierno Vasco en 2011, fruto del grupo de trabajo compuesto por esta administración y los Colegios de Arquitectos y Arquitectos Técnicos así como la asociación de laboratorios de Euskadi. El documento contempla la totalidad de capítulos del edificio y relaciona pruebas para cada uno de ellos en función de diversas fuentes de referencia.

Para tener una visión cuantitativa del alcance de este tipo de controles en la realidad actual, adjuntamos la figura 7/27 donde puede apreciarse la distribución de los 153 expedientes estudiados según figure o no pruebas de servicio.



**Fig. 7/27. Ausencia/Presencia de Pruebas de servicio en el total de expedientes estudiados**

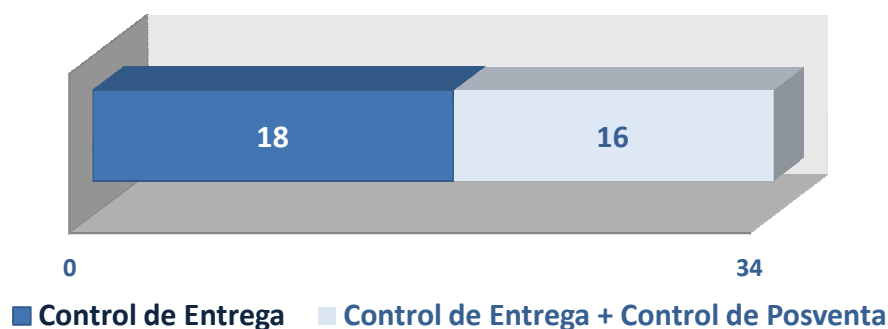
Podemos concluir el apartado subrayando que este control constituye un verdadero **banco de pruebas del producto**, de cuyos resultados va a depender la puesta en marcha del edificio en condiciones óptimas. Independientemente de los controles realizados sobre cada uno de los componentes del edificio (proyecto, materiales, etc.) hay que pensar que las pruebas de servicio cuantifican las prestaciones reales del edificio tal como se ha construido, de ahí que sean fundamentales para corroborar el cumplimiento de los requisitos y la satisfacción de los usuarios. Es también el motivo por el que los procesos de certificación de edificios completos las consideran específicamente, dentro de lo que hemos definido como una oportunidad en el ámbito del control de calidad.

### ***Control de entrega y posventa***

Se ha detectado su existencia en todos los expedientes del grupo de control total, es decir, esta actividad existe en 34 de los 153 edificios estudiados, lo que supone un 22,2% del total.

Se refiere a la revisión final de acabados del inmueble una vez terminadas las obras así como la supervisión técnica que deriva de las observaciones realizadas por los usuarios cuando ocupan el edificio, bien sea durante la toma de contacto en el proceso de entrega o en su primera fase de vida útil. Ciertamente en esta etapa no es posible realizar cambios de envergadura, pero es relevante la vinculación que tiene con el usuario y el hecho de ser una fuente de información para futuras actuaciones (retroalimentación).

Dentro de los planes de control donde se contemplan estas actividades su amplitud es variable, ya que la revisión de terminaciones y acabados antes de la entrega está presente en todos los casos, mientras que el seguimiento de anomalías demandadas por los propietarios y sus consiguientes reparaciones sólo alcanza a 16 de los 34 casos (Fig. 7/28).



**Fig. 7/28. Distribución de los 34 expedientes con Control de de Entrega y Posventa**

El periodo máximo contemplado para el control de posventa es igual al de las garantías derivadas de habitabilidad, que la LOE fija en 3 años.<sup>69</sup>

Esta función supone **la prolongación del control en el tiempo hasta su conexión con el mantenimiento**, tal como nos propone Calavera, según se ha detallado al tratar el control del encargo.

Entregamos así el testigo a la fase de mantenimiento, cuyo control debe ser considerado desde otras disciplinas, pues como el citado autor refleja es un *“tema complejo y con muchos condicionantes extratécnics”*.<sup>70</sup> Además ni los expedientes analizados ni las propuestas comerciales de las organizaciones de control que visualizábamos en los marcos de referencia de la Tesis, abarcan claramente funciones de vigilancia del mantenimiento, lo que las descarta en nuestra propuesta.

En cualquier caso el control de entrega y posventa definido aporta, como aspecto también positivo, una nueva orientación a los agentes técnicos participantes en el proceso productivo, toda vez que responden directamente al usuario. Se marca así la diferencia con las etapas anteriores, donde éste suele ocupar un segundo plano, según hemos considerado en el análisis DAFO.

Por último en esta función se incorpora también **la gestión final de la documentación** a entregar al usuario, que ha tenido que ser recopilada por los diferentes agentes durante el proceso productivo. En este momento el Libro del Edificio (denominación que le otorga el CTE a la citada documentación final de obra) deberá ser revisado para validar sus contenidos, completando las carencias detectadas. Es una actividad ofertada por algunas empresas de control, que tiene relación con las técnicas de **Configuration management** (Gestión de la Configuración), antes citadas, y descritas en la norma UNE-ISO 10007:2006. Son técnicas de gestión muy incipientes aún en edificación, pero que ayudan a la identificación y caracterización de cualquier componente de un proyecto, de forma que podemos describir su trazabilidad y conocer toda la información precisa para actuar sobre él en su ensamblaje inicial o en casos de sustitución, mantenimiento, reforma etc. Un plan de gestión de la configuración administra de forma ordenada los datos de todos los elementos integrantes de un producto complejo, tales como el fabricante, la denominación técnica completa y codificación, la metodología de desarrollo y montaje, la normativa reguladora, los controles necesarios, relación con otras unidades, precauciones para su manipulación, entre otras.

---

<sup>69</sup> LOE Art 19. Garantías por daños materiales ocasionadas por vicios y defectos de construcción.

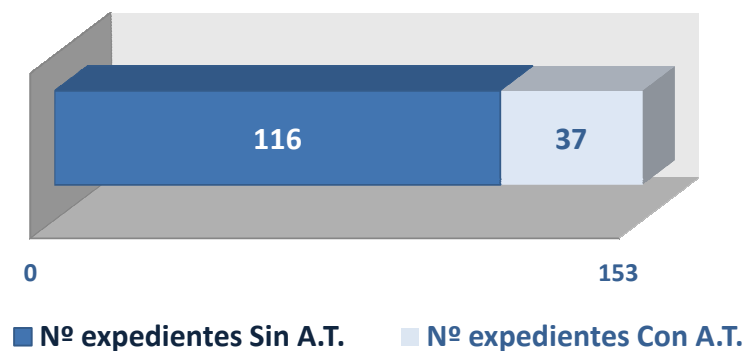
<sup>70</sup> Calavera Ruíz, J. 1995. *Proyectar y controlar proyectos*.



**Imagen 7/08. Fotografía de anomalías en solería durante el proceso de entrega, dentro del control de un edificio analizado**

### ***Asistencia Técnica***

Dentro de las labores de control chequeadas, las de asesoría demuestran un alto nivel técnico. Están recogidas de algún modo en todas las intervenciones de nuestro estudio que hemos denominado control completo y en tres de las de control ampliado, con un total de 37 expedientes de los 153 estudiados (Fig. 7/29).



**Fig. 7/29. Ausencia/Presencia de Asistencia Técnica (A.T.) en el total de expedientes estudiados**

Curiosamente **la LOE marca la asistencia técnica como identificativa de los servicios a prestar por laboratorios y entidades de control**, englobando los diversos controles dentro de esta seña genérica, si bien hemos podido comprobar que su presencia específica no es tan común como cabría desprenderse en la lectura de la ley.

Esta participación del controlador debe entenderse más allá de la entrega de resultados de la inspección, ya que le asigna funciones de colaboración en la toma de decisiones, como experto tecnológico. Permite a los demás agentes contar con el conocimiento y aportaciones de los diversos técnicos especialistas integrados en las organizaciones de control. Hemos podido comprobar su contribución en aspectos que van desde la búsqueda de fuentes de criterios, aportar experiencias similares, análisis técnicos o propuestas de soluciones.

**Es una actividad transversal** que complementa todas las actividades propias del control. De ahí que las asistencias técnicas estén vinculadas con muchas de las ideas de partida, ya consideradas en el esquema DAFO, resaltándose:

- Suponen una presencia del controlador durante todo el proceso.
- Son un medio para añadir pronunciamientos a los resultados del control.
- Realizan el control documental de certificados, marcados, etc.
- Proporcionan un cauce de voz para el controlador.
- Colaboran en el seguimiento y cumplimiento de los planes de control.
- Pueden avalar el uso de nuevas tecnologías.

Su eficacia se infiere de estos puntos así como de su presencia continuada en el proceso, lo que le lleva a acentuar las aportaciones positivas del resto de funciones del control. Por este motivo podemos aplicar a las asistencias técnicas lo expuesto para las actividades anteriormente desarrolladas, sin querer reiterarnos en dichos aspectos. Sólo apuntar de nuevo la relación de la asistencia técnica con las nuevas misiones que se van desarrollando en el campo de la gestión de la edificación, tales como el Project Management, Due Diligence, Project Monitoring o Configuration management referenciados con anterioridad.

Finalmente remarcamos la incorporación, dentro de esta función genérica, de algunas actividades relacionadas con el control organizativo o del encargo, antes analizado. Se aprecia este punto en varios de los expedientes de control total estudiados, donde la propuesta y contrato con la entidad de control incluye asistencia técnica pero no control organizativo y sin embargo, al estudiar la documentación correspondiente, encontramos actuaciones claramente enmarcadas en esta última función, tales como asesoría para subcontratación o supervisión de la planificación.



**Imagen 7/09. Imagen incorporada en un informe de Asistencia Técnica sobre soluciones erróneas en apoyos del cerramiento**



## 7.2.6 Datos complementarios del estudio de expedientes

No es posible aportar la información completa de los expedientes, debido a la extensión de la misma y a la protección de datos, por lo que exponemos en este apartado los resúmenes correspondientes, quedando la documentación integra depositada en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla a disposición de quién acredite interés legítimo.

### Listado de expedientes

Se aporta a continuación la **relación de los 153 expedientes reales** de control de calidad que han servido para realizar el estudio y análisis de las actuaciones y recursos empleados por las organizaciones de control que operan en nuestro entorno.

El listado resumen adjunto dispone en unas tablas que recogen ordenadamente la descripción breve y localización del proyecto (y la consiguiente obra), además de la entidad que ha realizado la petición y abono de los trabajos de control.

TABLA 7/35. RELACIÓN COMPLETA DE EXPEDIENTES

nº	Descripción del Proyecto y Obra	Peticionario del Control
1	18 VDAS. PZA. AMORÍOS. SEVILLA.	CASPROVI S.L.
2	29 VDAS. C.GOYA. SEVILLA.	PROMOTORA GUADALNERVION S.L.
3	64 VDAS. BELLAVISTA. SEVILLA.	PROMOTORA ANDALUZA DE COOP. S.L.
4	107 VPO. C. DOCTOR FEDRIANI. SEVILLA.	ALTAIR SDAD.COOP.AND.
5	30 VDAS. AISLADAS EN MANZ. 2, TOMARES. SEVILLA.	HACIENDA LA CARTUJA S.A
6	27 VDAS. VILLAS OLIVAR. DOS HERMANAS. SEVILLA.	URBANIZADORA SANTA CLARA S.A.
7	36 VDAS. M-7 VILLAMARÍN. DOS HERMANAS. SEVILLA.	GECOVISA
8	46 VDAS. BDA. LA CORZA. SEVILLA.	PROMOTOR. *
9	CENTRO TECNOLOGICO PALMAS ALTAS. SEVILLA.	CENTRO TECNOLOGICO PALMAS ALTAS S.A.
10	58 VDAS. BARRIADA AMATE. SEVILLA.	VALLEHERMOSO DIVISION PROMOC. S.A.U.
11	AMPLIACION PALACIO EXPOSICIONES Y CONGRESOS DE SEVILLA.	EMP. MUN. DE VDA. SUELO Y EQUIP. DE SEVILLA.
12	CENTRO SOCIAL BDA. VIRGEN DE LOS REYES. SEVILLA.	AYTO. SEVILLA. AREA DE BIENESTAR SOCIAL.
13	52 VDAS. 1ª FASE. PALOMARES DEL RIO. SEVILLA.	BLHUMA CONST. S.L.
14	16 VIVIENDAS EN RONDA ORIENTE. LOS PALACIOS. SEVILLA.	IDELPA S.L.
15	24 VDAS. RESIDENCIAL EL PINO. UMBRETE. SEVILLA.	ROCHDALE S.L.
16	EDIFICIO CORPORACION IDEA, PARQUE TECNG. CARTUJA 93, SEVILLA.	AGENCIA DE INNOV. Y DESARROLLO DE AND.
17	11 VDAS. C. MARQUESA VIUDA DEL SALTILLO. SANLÚCAR LA MAYOR. SEVILLA.	HNOS. CASTAÑO MORILLO S.L.
18	18 VDAS. PARC. R5.1. UTRERA. SEVILLA.	ESTUDIOS ALGA S.L.
19	EDIFICIO SEDE POLICIA AUTONÓMICA EN C. BERGANTIN. SEVILLA.	OBRASCON HUARTE LAIN S.A. (OHL)
20	6 VDAS. RESIDENCIAL CIUDAD JARDIN. LAS CABEZAS DE SAN JUAN. SEVILLA.	PROM. RANCHO EL ASIENTO S.L.
21	2 VDAS. C. VEREDA POCOACEITE. BDA. VALDEZORRAS. SEVILLA.	POCOACEITE 13 S.L.
22	164 VDAS. FASES 1 Y 2, SR-12. MAIRENA DEL ALJARAFA. SEVILLA.	NOVAINDES.
23	144 VDAS. SR-11, MAIRENA ALJARAFA. SEVILLA.	VALLEHERMOSO DIVISION PROMOC. S.A.U.
24	70 VDAS. EL TERRITORIO. MAIRENA DEL ALCOR. SEVILLA.	SANROCON S.L.

TABLA 7/35. RELACIÓN COMPLETA DE EXPEDIENTES

nº	Descripción del Proyecto y Obra	Peticionario del Control
25	4 VDAS. C. MOSQUERA DE FIGUEROA. SEVILLA.	IDEALDE PROMOC. S.L.
26	36 VDAS. EN C. CONSTANCIA. SEVILLA.	INMOBILIARIA DEL SUR S.A.
27	EDIFICIO TERCARIO. AVDA. HYTASA. SEVILLA.	GESTION TECNICA INMOB. S.A. (TIGESA)
28	32 VDAS C. CASTILLO CUMBRES. ALCALA DE GUADAIRA. SEVILLA.	VIVANTE PROMOC. S.L.
29	60 VDAS. URB. EL OLIVAR DE ALJAMAR. TOMARES. SEVILLA.	VALLEHERMOSO DIVISION PROMOC. S.A.U.
30	2 VDAS. C. GINES. BORMUJOS. SEVILLA.	LIBRERO VAZQUEZ, J. M.
31	8 VDAS. EN C. ARROYO. SEVILLA.	MARTIN DE LARA, J. M.
32	264 SUP-PM-4. ALAMILLO. SAN JERÓNIMO. SEVILLA.	EMP. MUN. DE VDA. SUELO Y EQUIP. DE SEVILLA.
33	145 VDAS. SUNP-1. POL. AEROPUERTO. SEVILLA.	SODINUR GRUPO INMOB. S.L.
34	39 VPO SUP. 2.02. SAN JOSE RINCONADA. SEVILLA.	SODERIN VEINTIUNO DESARROLLO Y VDA. S.A.U.
35	84 VPO PINO MONTANO. SEVILLA.	EMP. MUN. DE VDA. SUELO Y EQUIP. DE SEVILLA.
36	26 VDAS. C. CARDENAL BUENO MONREAL. SEVILLA.	TIKAL S.C.A.
37	108 VDAS. PARC. MA-3.2. POL. AEROPUERTO. SEVILLA.	SOL DEL SUR SDAD. COOP. AND.
38	8 APARTAMENTOS EN C. JUZGADO. SEVILLA.	ANDALUZA DE PROMOC. Y EDIF. CAPITOL S.L.
39	90 VPO SUP-PM-6. PINO MONTANO. SEVILLA.	EMP. MUN. DE VDA. SUELO Y EQUIP. DE SEVILLA.
40	1 VDA. C. PONCE DE LEÓN. SEVILLA.	INMOBILIARIA GASCOS S.A.
41	CENTRO DE DIA EN LA MACARENA. SEVILLA.	PEFERSAN S.A.
42	42 VDAS. C. PAGES DEL CORRO. SEVILLA.	INALCOVEN S.L.
43	87 VPO, LOCALES COMERC. GARAJES Y TRASTEROS. GELVES. SEVILLA.	VIMPYCA.
44	EDIF. TECNOINCUBADORA DE EMPRESAS, LA CARTUJA. SEVILLA.	CARTUJA 93 S.A.
45	COMISARIA DEL CUERPO NACIONAL DE POLICIA. DIST. MACARENA. SEVILLA.	MINIST. INTERIOR. GERENCIA INF. Y EQUIP. S.E.
46	147 VPO. POLIG. AEROPUERTO. SEVILLA.	EMP. MUN. DE VDA. SUELO Y EQUIP. DE SEVILLA.
47	EDIFICIO PARA ITV EN POLIG. EL PINO. SEVILLA.	VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A.
48	14 VPO BARRIADA AMATE. SEVILLA.	REAL FUNDACIÓN PATRONATO DE LA VIVIENDA.
49	CENTRO EDUCATIVO. SANTIPONCE. SEVILLA.	CONSTRUCTOR. *

TABLA 7/35. RELACIÓN COMPLETA DE EXPEDIENTES

nº	Descripción del Proyecto y Obra	Peticionario del Control
50	264 VDAS. ENTRENUCLEOS. DOS HERMANAS. SEVILLA.	INVERSIONES PAYSANDU S.L.
51	134 VDAS POLIGONO AEROPUERTO. SEVILLA.	EMP. MUN. DE VDA. SUELO Y EQUIP. DE SEVILLA.
52	103 VDAS. CAMPO MARTIRES. SEVILLA.	EMP. MUN. DE VDA. SUELO Y EQUIP. DE SEVILLA.
53	CASA HOGAR Y CLUB SOCIAL EN BDA. PEDRO SALVADOR. SEVILLA.	SANROCON S.L.
54	CENTRO SERVICIOS SOCIALES AVDA. CIENCIAS. POLIG. AEROPUERTO. SEVILLA.	SANROCON S.L.
55	PARQUE COMERCIAL. SAN JUAN DE AZNALFARACHE. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES ALBORA S.A.
56	78 VPO. FABRICA CONTADORES. SEVILLA.	INMOBILIARIA DEL SUR S.A.
57	66 VPO AVDA. ANDALUCIA. SEVILLA.	EMP. MUN. DE VDA. SUELO Y EQUIP. DE SEVILLA.
58	COLEGIO EN BOLLULLOS DE LA MITACION. SEVILLA.	DETEA.
59	78 VDAS. CAMAS. SEVILLA.	PROMOTOR. *
60	INSTITUTO E.S. EL PEDROSO. SEVILLA.	BAUEN.
61	EDIFICIO MIXTO UNIVERSITARIO. SEVILLA.	FERROVIAL AGROMAN S.A.
62	128 VDAS. MONTEQUINTO. DOS HERMANAS. SEVILLA.	NUEVOQUINTO S.A.
63	135 VDAS AVDA. JUAN PABLO II. SEVILLA.	FCC CONSTRUCCIÓN.
64	44 VDAS. MAIRENA DEL ALJARAFA. SEVILLA.	DETEA.
65	116 VDAS. SAN JERONIMO-ALAMILLO. SEVILLA.	IMASATEC S.A.
66	CENTRO DE MAYORES. MIRAFLORES. SEVILLA.	CATOSAN.
67	11 VDAS. SECTOR SU EMINENCIA. SEVILLA.	PROMOTOR. *
68	INSITITUTO E.S. VIRGEN DE CONSOLACION. UTRERA. SEVILLA	PEFERSAN S.A.
69	EDIFICIO DE SERVICIOS SOCIALES. ALCALA DE GUADAIRA. SEVILLA.	CERES SEVILLA S.L.
70	31+26 VPO MANZANAS 11 Y 12. GELVES. SEVILLA.	GALERIA INMOBILIARIA S.L.
71	1 VDA UNIFAMILIAR EN SALTERAS. SEVILLA.	HIFECAR GUILLENA S.L.
72	ESCUELA INFANTIL ALMENSILLA. SEVILLA.	ING. Y CONSTRUCCIONES LOZAM S.L.
73	EDIFICIO OFICINAS C. VALPARAISO ESQ C.JUAN PABLOS. SEVILLA.	SANROCON S.L.
74	EDIFICIO VIVERO EMPRESAS BRENES. SEVILLA.	MAYRO S.L.

TABLA 7/35. RELACIÓN COMPLETA DE EXPEDIENTES

nº	Descripción del Proyecto y Obra	Peticionario del Control
75	CENTRO DE SALUD EN CORIA DEL RIO. SEVILLA.	ANDOBRES S.A.
76	CENTRO CIVICO EN VILLAVERDE DEL RIO. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES MORALES GARCÍA.
77	CENTRO ENSEÑANZA INFANTIL Y PRIMARIA. DOS HERMANAS. SEVILLA.	DIAZ CUBERO S.A.
78	CENTRO DE DIA EN BARRIO CERRO DEL AGUILA. SEVILLA.	DRAGADOS S.A.
79	71 VPO SR1-RP2. MAIRENA DEL ALJARAFE. SEVILLA.	LAZORA.
80	1 VDA. URBANIZACION SEVILLA GOLF. ALCALA DE GUADAIRA. SEVILLA.	SEVILLA GOLF, S.A.
81	6 VDAS C. VEGUETA. ALCALA DE GUADAIRA. SEVILLA.	GRUPO INMOBILIARIO GEDACON.
82	4 VDAS C. CRISTO DE LA VERA CRUZ. DOS HERMANAS. SEVILLA.	VEGODIPRO, S.L.
83	2 VDAS. EN BLOQUE AVDA. ANDALUCIA. PRUNA. SEVILLA.	VALLE ALVAREZ, A.
84	4 VDAS. EN BLOQUE C. RAFAEL ALBERTI. BRENES. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES CONSBREN, S.L.
85	12 VDAS. PLURIFAMILIARES AVDA DE LOS OLIVOS. DOS HERMANAS. SEVILLA.	INMOBILIARIA BEAMIL, S.L.
86	175 VDAS. UNIF. SECTOR SR-8. VILLANUEVA DEL ARISCAL. SEVILLA.	ALMARGEN, S.C.A.
87	5 VDAS. C. LLANO AMARILLO. ALCALA DE GUADAIRA. SEVILLA.	ALCAEDES, S.L.
88	75 VDAS. URBANIZACIÓN COOP. OLIVARERA. CARMONA. SEVILLA.	SODECAR, S.L.
89	8 VIVIENDAS EN BLOQUE PLAZA DE LA TRIANILLA. UTRERA. SEVILLA.	JIMENEZ RODRIGUEZ, A.
90	37 VIVIENDAS BAMI-SU EMINENCIA. SEVILLA	PROMOTOR. *
91	EDIF. EMPORIO. OFICINAS Y GARAJES. BOLLULLOS DE LA MITACION. SEVILLA.	LAMAR 60, S.L.
92	108 VIVIENDAS. POLIGONO AEROPUERTO. SEVILLA.	PROMOTOR. *
93	CENTRO EDUCATIVO. BRENES. SEVILLA.	CONSTRUCTOR. *
94	EDIFICIO ADMINISTRATIVO C. REAL 21. BRENES. SEVILLA.	IMAGA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES, S.A.
95	14 VIVIENDAS, LOCALES Y GARAJES. AVDA CARDENAL B. MONREAL. SEVILLA.	AMIGOS DE LA AUTOPROMOCIÓN S.C.A.
96	CENTRO SOCIAL SECTOR SU EMINENCIA. SEVILLA.	IMAGA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES, S.A.
97	NAVE POLIG IND LOS ESPARTALES. S. JOSE RINCONADA. SEVILLA.	SOCIEDAD AND. DE ALMAC. LOGÍSTICO, S.L.U.
98	10 VIVIENDAS UNIF. ADOSADAS. C MIGUEL FLETA. DOS HERMANAS. SEVILLA	GESTIÓN, DESARROLLO Y ASESOR DEL SUELO S.L.
99	CENTRO DE FORMACIÓN Y EMPLEO. VILLAVERDE DEL RIO. SEVILLA	AYUNTAMIENTO DE VILLAVERDE DEL RÍO.

TABLA 7/35. RELACIÓN COMPLETA DE EXPEDIENTES

nº	Descripción del Proyecto y Obra	Peticionario del Control
100	EDIFICIO RELIGIOSO. DISTRITO SUR. SEVILLA.	CONSTRUCTOR. *
101	108 VDAS, GARAJES Y TRASTEROS. SUNP-AE-1. SEVILLA.	JUAN RAMOS, S.L.
102	1 VIVIENDA UNIFAMILIAR. VILLAVERDE DEL RIO. SEVILLA.	CONSTRUCTOR. *
103	NAVE ALMACÉN EDAR EL COPER. SEVILLA.	IMAGA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES, S.A.
104	21 VIVIENDAS. CORIA DEL RIO. SEVILLA.	PROMOTOR. *
105	NAVE LAGAR. VILLANUEVA DEL ARISCAL. SEVILLA.	SILVA Y VILCHES, S.A.
106	1 VIVIENDA UNIFAMILIAR C. PERO MINGO. SEVILLA.	MERA & RODRÍGUEZ CONSTRUCCIONES, S.L.
107	5 VDAS C. LOPEZ DIAZ. UTRERA. SEVILLA.	SANSER ACTIVOS FINANCIEROS, S.L.
108	EDIFICIO PARA REGISTRO ADMINISTRATIVO. LA CARTUJA. SEVILLA.	OCRISAT 75, S.L.
109	203 VIVIENDAS PARCELA A.2.3 POLIG. AEROPUERTO. SEVILLA.	ALCÁNDARA, S.C.A.
110	2 VIVIENDAS CALLE ALONSO CANO. SEVILLA.	ALBAÑILERÍA FRANCISCO GRANADOS S.L.
111	151 VIVIENDAS AVDA. JUAN PABLO II. SEVILLA.	TORVISCO, S.C.A.
112	194 VIVIENDAS DEL SUNP-AE-1. SEVILLA.	PROMOC. Y CONST. ANGULO SANCHEZ S.A.
113	5 VIVIENDAS SECTOR ALAMEDA. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES HUPEGON 2007, S.L.
114	EDIFICIO UNIVERSITARIO DOCENTE CIENCIAS DE LA SALUD. SEVILLA.	INGECONSER, S.A.
115	1 VIVIENDA UNIF AISLADA URB TORRIJOS. VALENCINA DE LA CONCEPCIÓN. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES FRAMOCON, S.L.L.
116	5 VDAS AVDA DE CÁDIZ. SEVILLA.	TECNOMEDIA CENTER, S.L.
117	1 VDA UNIF AISLADA URB ALTOS DE MONTEQUINTO. DOS HERMANAS. SEVILLA.	ENCOFRADOS ÁLVARO, S.L.
118	52 VIVIENDAS TORREBLANCA. SEVILLA.	PROMOTOR. *
119	1 VIVIENDA UNIFAMILIAR CALLE PLAYA DE LA VICTORIA. LA ALGABA. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES EUFRALGABA.
120	CENTRO EDUCATIVO. CAMPO DE LAS BEATAS. ALCALA GRA. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES JOSÉ CANO HERRERA, S.L.U.
121	1 VIVIENDA BIFAMILIAR ADOSADA C. CARDENAL LLUCH. SEVILLA.	ZAMORANO DEL RÍO, M.
122	RESIDENCIA DE MAYORES. PALOMARES DEL RIO. SEVILLA.	CÁRITAS DIOCESANA.
123	1 VDA UNIFAMILIAR. CASTIBLANCO DE LOS ARROYOS. SEVILLA.	NAZARENA DE VÍAS Y OBRAS, S.L.
124	1 VDA UNIFAMILIAR CALLE MAR JONICO. SEVILLA.	SERVICIOS INTEGRALES ENEBRO, S.L.

TABLA 7/35. RELACIÓN COMPLETA DE EXPEDIENTES

nº	Descripción del Proyecto y Obra	Peticionario del Control
125	AMPLIACIÓN CLÍNICA. BAMÍ. SEVILLA.	ELEC NOR S.A.
126	4 VIVIENDAS Y LOCAL COMERCIAL AVDA PALOMARES. CORIA DEL RIO. SEVILLA.	LÓPEZ GARCÍA, B.
127	EDIF SGI/IMUS. AVDA REINA MERCEDES. SEVILLA.	OBRASCON HUARTE LAIN S.A. (OHL)
128	230 VPO, LOCALES Y GARAJES. SUP-PM-6. PINO MONTANO. SEVILLA.	PINO MONTANO RENTA, S.L.
129	CENTRO UNIVERSITARIO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN.	OBRASCON HUARTE LAIN S.A. (OHL)
130	EDIFICIO DE ESTACIÓN DE SERVICIO. S. JUAN DE AZNALF. SEVILLA.	COMBUSTIBLES CROSS, S.L.
131	1 VDA UNIFAMILIAR CON LOCAL COMERCIAL. LA ALQUERIA. SEVILLA.	GESTIA. GESTIÓN INT. DE ARQUITECTURA S.L.
132	EDIFICIO PARA AULAS. EL PORVENIR. SEVILLA.	FON SAN GESTIÓN Y CONSTRUCCIÓN, S.L.
133	1 VIVIENDA UNIF. CALLE CONCHA ESPINA. LOS PALACIOS Y VILLAFRANCA. SEVILLA.	PROEDEX. PROYECTOS Y EDIF. EXTREMEÑAS, S.L.
134	1 VIVIENDA UNIFAMILIAR CON SÓTANO C. LEANDRO DE FLORES. SEVILLA.	AGUILERA GARCÍA, M.
135	1 VDA UNIF. CALLE VIRGEN DE CONSOLACIÓN. UTRERA. SEVILLA.	CONSTRALGARR, S.L.
136	1 VIVIENDA UNIFAMILIAR ÁRBOL GORDO. SEVILLA.	PROMOTOR. *
137	1 VDA UNIF. AVDA PRAL. URB. PINAR DE LA JULIANA. BOLLULLOS DE LA M. SEVILLA.	CECONS 90, S.L.
138	6 VDAS C VIDAL. CARMONA. SEVILLA.	SOLA Y PIÑERO PROMOCIONES, S.L.
139	1 VDA UNIFAMILIAR EN MONTEQUINTO. DOS HERMANAS. SEVILLA.	GÓMEZ CABEZA, J.M.
140	CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL C PAKISTAN. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES HUPEGON 2007, S.L.
141	139 VPO Y OFICINAS SAN BERNARDO. SEVILLA.	AGENCIA DE VDA Y REHABILIT. DE ANDALUCÍA.
142	16 VPO LA PUEBLA DE LOS INFANTES. SEVILLA.	REAL FUNDACIÓN PATRONATO DE LA VIVIENDA.
143	EDIFICIO DOTACIONAL SANITARIO. AVDA MANUEL SIUROT. SEVILLA.	CONSTRUCTORA SAN JOSÉ, S.A.
144	EDIFICIO PARA COMEDOR ESCOLAR. ALCALA GRA. SEVILLA.	DIAZ CUBERO S.A.
145	ESCUELA INFANTIL EL ZACATÍN. ALCALA DE GUADAIRA. SEVILLA.	DIAZ CUBERO S.A.
146	INSTITUTO E.SECUNDARIA. C DOCTORA NAVARRO RODRIGUEZ. SEVILLA.	UTE SEVILLA ESTE.
147	BODEGA PARA ALMACENAMIENTO DE ACEITE. BRENES. SEVILLA.	CONSTRUCCIONES CARMONA RODRÍGUEZ, S.C.
148	1 VDA UNIFAMILIAR. SANLÚCAR LA MAYOR. SEVILLA.	NAVEUROPA DE CONSTRUCCIONES S.L.
149	1 VDA UNIFAMILIAR C HOGAZA. ALCALA DE GUADAIRA. SEVILLA.	MÁRQUEZ MORENO, J.

TABLA 7/35. RELACIÓN COMPLETA DE EXPEDIENTES

nº	Descripción del Proyecto y Obra	Peticionario del Control
150	1 VDA UNIF C CHAPARRO. URB.P. DE LA JULIANA. BOLLULLOS DE LA M. SEVILLA.	AD HOTEL, S.L.
151	1 VDA UNIFAMILIAR C GOYA 34. SEVILLA.	GLOBALINMO MEDITERRÁNEA 21, S.L.
152	NAVE INDUSTRIAL EN AVDA DEL PARSÍ. SEVILLA.	JUAN FERIA S.A.
153	4 NAVES INDUSTRIALES SIN USO DEFINIDO EN ARAHAL. SEVILLA.	REGE IBÉRICA, S.A.

\*Nota: En los casos señalados (correspondiente a los edificios que han sido sometidos a examen pormenorizado) no se identifica el nombre del agente contratante por haberse reflejado datos concretos de los expedientes en las fichas resúmenes expuestas en la Tesis.



## Fichas resumen del examen pormenorizado

Reproducimos en este apartado las 12 fichas con los resúmenes esquemáticos, en cuanto a alcance y cuantificación de actividades, para cada uno de los expedientes de promociones seleccionados en el examen pormenorizado, los cuales listamos nuevamente:


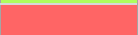
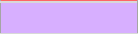
- 1) 108 vdas. Polígono Aeropuerto. Sevilla. (*Expdte nº 92*).
- 2) Edificio religioso. Distrito Sur. Sevilla. (*Expdte nº 100*).
- 3) 1 vda. unifamiliar. Villaverde del Rio. Sevilla. (*Expdte nº 102*).
- 4) 21 vdas. Coria del Rio. Sevilla. (*Expdte nº 104*).
- 5) 78 vdas. Camas. Sevilla. (*Expdte nº 59*).
- 6) 11 vdas sector Su Eminencia. Sevilla. (*Expdte nº 67*).
- 7) Centro Educativo. Brenes. Sevilla. (*Expdte nº 93*).
- 8) 1 vda. Árbol Gordo. Sevilla. (*Expdte nº 136*).
- 9) 46 vdas. en Bda. La Corza. Sevilla. (*Expdte nº 8*).
- 10) Centro Educativo. Santiponce. Sevilla. (*Expdte nº 49*).
- 11) 37 vdas. Bami-Su Eminencia. Sevilla. (*Expdte nº 90*).
- 12) 52 vdas. Torreblanca. Sevilla. (*Expdte nº 118*).

Como se detallaba en el apartado 6.3.1 la distribución por filas corresponde con la estructura común en los documentos de control examinados, recogándose las principales actividades posibles, mientras las columnas aportan para cada expediente la cuantificación de lo realmente realizado así como lo previsto en los planes de control.

Se establece al final de cada cuadro un código de colores que señalan para cada epígrafe el cumplimiento o incumplimiento injustificado de las previsiones así como la posible superación de lo planificado inicialmente.

**108 VDAS. POLÍGONO AEROPUERTO. SEVILLA****EXPEDIENTE N°: 92****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
1.	CONTROL DE PROYECTO		
1.1.	CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD		
	Control de proyecto de cimentación y estructura	Si	Si
1.2.	CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA		
	Control de proyecto de obra secundaria	No	No
1.3.	CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES		
	Control de proyecto de instalaciones	No	No
2.	CONTROL DE MATERIALES		
2.1.	HORMIGÓN		
	Resistencia a compresión (+ ensayos de información)	EHE	EHE
2.2.	CONTROL DE ARMADURAS		
2.2.1.	Aceros corrugados		
	Ensayo de acero corrugado según EHE	EHE	EHE
2.2.2.	Malla electrosoldada		
	Ensayo de malla electrosoldada según EHE	EHE	EHE
2.3.	CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA	No	No
2.4.	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
	Próctor normal	1	0
	Análisis granulométrico	1	0
	Límites de Atterberg	1	0
	Materia orgánica	1	0
	Determinación de la densidad in situ	20	0

108 VDAS. POLÍGONO AEROPUERTO. SEVILLA		
<b>2.</b>	<b>CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>	
2.5.	ALBAÑILERÍA	No No
2.6.	REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS	No No
2.7.	AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES	No No
2.8.	PINTURAS	No No
2.9.	MATERIALES DE INSTALACIONES	No No
<b>3.</b>	<b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>	
3.1.	CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	
	Inspecciones para control de ejecución	Si Si
3.2.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA	
	Inspecciones de obra secundaria	No No
3.3.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES	
	Inspecciones para el control de instalaciones	No No
<b>4.</b>	<b>CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>	
	Control de entrega y posventa	No No
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	
5.1.	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	No No
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	No No
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica	No No
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Control del encargo (organizativo)	No No
*Código de Colores: Realizado = Previsto en el Plan de Control  Realizado < Previsto en el Plan de Control  Realizado > Previsto en el Plan de Control 		

**EDIFICIO RELIGIOSO. DISTRITO SUR. SEVILLA****EXPEDIENTE Nº: 100****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		No	No
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		No	No
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>		No	No
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
Preparación de la muestra		1	1
Próctor normal		1	1
Determinación de la densidad in situ		6	8
<b>2.5. ALBAÑILERÍA</b>		No	No
<b>2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS</b>		No	No
<b>2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES</b>		No	No

EDIFICIO RELIGIOSO. DISTRITO SUR. SEVILLA		
<b>2.</b>	<b>CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>	
2.8.	PINTURAS	No No
2.9.	MATERIALES DE INSTALACIONES	No No
<b>3.</b>	<b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>	
3.1.	CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	
	Inspecciones para control de ejecución	No No
3.2.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA	
	Inspecciones de obra secundaria	No No
3.3.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES	
	Inspecciones para el control de instalaciones	No No
<b>4.</b>	<b>CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>	
	Control de entrega y posventa	No No
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	
5.1.	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	No No
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	No No
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica	No No
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Control del encargo (organizativo)	No No
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p><i>Realizado = Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</i></p>		

**1 VDA. VILLASVERDE DEL RIO. SEVILLA****EXPEDIENTE Nº: 102****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		Si	Si
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		No	No
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE (documental)		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>		No	No
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		No	No
<b>2.5. ALBAÑILERÍA</b>		No	No
<b>2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS</b>		No	No
<b>2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES</b>		No	No
<b>2.8. PINTURAS</b>		No	No
<b>2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES</b>		No	No

1 VDA. VILLAVERDE DEL RIO. SEVILLA		
<b>3.</b>	<b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>	
3.1.	CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	
	Inspecciones para control de ejecución	Si Si
3.2.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA	
	Inspecciones de obra secundaria	No No
3.3.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES	
	Inspecciones para el control de instalaciones	No No
<b>4.</b>	<b>CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>	
	Control de entrega y posventa	No No
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	
5.1.	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	No No
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	No No
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica	No No
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Control del encargo (organizativo)	No No
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p><i>Realizado = Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</i></p>		

**21 VIVIENDAS CORIA DEL RIO. SEVILLA****EXPEDIENTE N°: 104****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		Si	Si
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		No	No
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>		No	No
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		No	No
<b>2.5. ALBAÑILERÍA</b>		No	No
<b>2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS</b>		No	No
<b>2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES</b>		No	No
<b>2.8. PINTURAS</b>		No	No
<b>2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES</b>		No	No



21 VDAS. CORIA DEL RIO. SEVILLA		
<b>3.</b>	<b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>	
3.1.	CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	
	Inspecciones para control de ejecución	Si Si
3.2.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA	
	Inspecciones de obra secundaria	No No
3.3.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES	
	Inspecciones para el control de instalaciones	No No
<b>4.</b>	<b>CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>	
	Control de entrega y posventa	No No
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	
5.1.	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	No No
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	No No
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica	No No
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Control del encargo (organizativo)	No No
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p><i>Realizado = Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</i></p>		

**78 VIVIENDAS. CAMAS. SEVILLA****EXPEDIENTE Nº: 59****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		Si	Si
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		No	No
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Resistencia a compresión (+ ensayos información)		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.2.2. Malla electrosoldada</b>			
Ensayo de malla electrosoldada según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>		No	No
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
Próctor normal		0	1
Análisis granulométrico		0	1
Límites de Atterberg		0	1
Determinación de la densidad in situ (chequeo)		0	1

78 VDAS. CAMAS. SEVILLA		
2. CONTROL DE MATERIALES (cont)		
2.5. ALBAÑILERÍA		
2.5.1. Morteros		
Resistencia a compresión y flexotracción	1	1
2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS		
2.6.1. Enlucidos de yeso		
Chequeos in situ de dureza shore	1	1
2.6.2. Azulejos		
Aspecto, forma y dimensiones	2	2
Resistencia flexión	2	2
Absorción de agua	2	2
Resistencia a productos de limpieza	2	2
Permeabilidad a través del bizcocho	2	2
Resistencia a las manchas	2	2
Chequeo de adherencia al soporte in situ	2	2
2.6.3. Baldosas de cemento		
Características geométricas	1	1
Resistencia flexión	1	1
Resistencia al choque	1	1
Degaste por rozamiento	1	1
Absorción de agua	1	1
2.6.4. Baldosas de gres		
Características geométricas	2	2
Resistencia flexión	2	2
Resistencia a las manchas	2	2
Dureza Mohs	2	2
Resistencia a productos de limpieza	2	2
Absorción de agua	2	2
Chequeo de adherencia al soporte	3	3
2.6.5. Morteros Monocapa		
Permeabilidad in situ	2	2
Chequeo de adherencia al soporte in situ	3	3

78 VDAS. CAMAS. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
2.6.6. Carpintería de Aluminio		
Ensayo completo a una ventana	4	4
Ensayo in situ de espesores de lacado	2	3
2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES	No	No
2.8. PINTURAS		
Tiempo de secado	4	4
Densidad	4	4
Adherencia al soporte in situ	1	1
2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES	No	No
<b>3. CONTROL DE EJECUCIÓN</b>		
3.1. CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA		
Inspecciones para control de ejecución	Si	Si
3.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA		
Inspecciones obra secundaria	No	No
3.3. CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES		
Inspecciones para el control de instalaciones	No	No
<b>4. CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>		
Control de entrega y posventa	No	No
<b>5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>		
5.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD		
5.1.1. Estanqueidad de cubiertas		
Prueba de estanqueidad de cubiertas	5	5
5.1.2. Estanqueidad de fachadas		
Prueba de estanqueidad de ventanas in situ	10	2

78 VDAS. CAMAS. SEVILLA		
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO (cont)</b>	
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	
5.2.1.	Instalación Eléctrica	
	Prueba de func. de la instalación eléctrica (chequeo)	Si Si
5.2.2.	Instalación de Fontanería y Saneamiento	
	Prueba de func. fontanería y saneamiento (chequeo)	Si Si
5.2.3.	Instalación de TV	
	Prueba de func. de la instalación TV (chequeo)	Si No
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica	No No
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Control del encargo (organizativo)	No No
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p><i>Realizado = Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</i></p>		

**11 VDAS SECTOR SU EMINENCIA. SEVILLA.****EXPEDIENTE Nº: 67****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

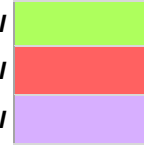
Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		Si	Si
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		No	No
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.2.2. Malla electrosoldada</b>			
Ensayo de malla electrosoldada según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>		No	No
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
Próctor normal		1	1
Análisis granulométrico		1	1
Límites de Atterberg		1	1

11 VDAS. SECTOR SU EMINENCIA. SEVILLA		
2. CONTROL DE MATERIALES (cont)		
2.5. ALBAÑILERÍA		
2.5.1. Ladrillos		
Aspecto, forma y dimensiones	3	3
Resistencia a compresión	3	3
Absorción de agua	3	3
Succión	3	3
Nodulos de cal viva	3	3
Eflorescencias	3	3
2.5.2. Morteros		
Resistencia a compresión y flexotracción	2	2
Permeabilidad	3	3
2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS		
2.6.1. Enlucidos de yeso		
Chequeos in situ para determinar la dureza Shore	1	1
2.6.2. Tejas		
Características geométricas	1	1
Resistencia flexión	1	1
Absorción de agua	1	1
Permeabilidad	1	1
Resistencia al impacto	1	1
2.6.3 Azulejos		
Características geométricas	1	1
Resistencia flexión	1	1
Absorción de agua	1	1
Permeabilidad	1	1
Resistencia al impacto	1	1
Adherencia al soporte	2	2
2.6.4 Baldosas de piedra natural		
Características geométricas	4	4
Resistencia flexión	4	4
Absorción de agua	4	4
Resistencia al choque	4	4
Desgaste por rozamiento	4	4
Adherencia al soporte	1	1

11 VDAS. SECTOR SU EMINENCIA. SEVILLA		
<b>2.</b>	<b>CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>	
2.6.5	Baldosas cerámicas	
	Características geométricas	1
	Resistencia flexión	1
	Absorción de agua	1
	Resistencia a los productos de limpieza	1
	Resistencia a las manchas	1
2.7.	AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES	
2.7.1	Lana de roca /poliestireno extrusionado	
	Densidad aparente	2
	Espesores	2
2.7.2	Lámina impermeabilizante	
	Descripción de la lámina	1
	Espesores	1
	Peso	1
	Tracción y alargamiento	1
	Plegabilidad	1
	Resistencia al calor	1
2.8.	PINTURAS	
	Composición	2
	Tiempo de secado	2
	Densidad	2
	Resistencia al frote húmedo	2
	Indice resistencia al descuelgue	2
2.9.	MATERIALES DE INSTALACIONES	No
<b>3.</b>	<b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>	
3.1.	CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	
	Inspecciones para control de ejecución	Si
3.2.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA	
	Inspecciones de obra secundaria	No
3.3.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES	
	Inspecciones para el control de instalaciones	No



11 VDAS. SECTOR SU EMINENCIA. SEVILLA		
<b>4.</b>	<b>CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>	
	Control de entrega y posventa	No No
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	
5.1.	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	
5.1.1.	Estanqueidad de cubiertas	
	Prueba de estanqueidad de cubiertas	2 2
5.1.2.	Estanqueidad de fachadas	
	Prueba de estanqueidad de ventanas in situ	2 0
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	
5.2.1.	Instalación Eléctrica	
	Prueba de func. de la instalación eléctrica (chequeo)	Si Si
5.2.2.	Instalación de Fontanería y Saneamiento	
	Prueba de func. fontanería y saneamiento (chequeo)	Si Si
5.2.3.	Instalación Contra-Incendios	
	Prueba de func Contra-Incendios (chequeo)	Si Si
5.2.4	Instalación de Energía solar	
	Prueba de func. ACS (chequeo)	Si Si
5.2.5	Instalación TV	
	Prueba de func. de la instalación TV (chequeo)	Si No
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia técnica	No No
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Control del encargo (organizativo)	No No

**11 VDAS. SECTOR SU EMINENCIA. SEVILLA****\*Código de Colores:*****Realizado = Previsto en el Plan de Control******Realizado < Previsto en el Plan de Control******Realizado > Previsto en el Plan de Control***

**CENTRO EDUCATIVO. BRENES. SEVILLA****EXPEDIENTE Nº: 93****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		No	No
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		No	No
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.2.2. Malla electrosoldada</b>			
Ensayo de malla electrosoldada según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>		No	No
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
Próctor normal		1	0
Análisis granulométrico		1	0
Límites de Atterberg		1	0
Determinación de la densidad in situ		5	0

CENTRO EDUCATIVO. BRENES. SEVILLA		
2. CONTROL DE MATERIALES (cont)		
2.5. ALBAÑILERÍA		
2.5.1. Ladrillos		
Aspecto, forma y dimensiones	2	0
Resistencia a compresión	2	0
Absorción de agua	2	0
Succión	2	0
Eflorescencias	2	0
2.5.2. Morteros		
Resistencia a compresión y flexotracción	5	0
2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS		
2.6.1. Enlucidos de yeso		
Chequeos in situ para determinar la dureza Shore	1	1
2.6.2. Baldosas de cemento		
Características geométricas	1	1
Resistencia flexión	1	1
Resistencia al choque	1	1
Degaste por rozamiento	1	1
Absorción de agua	1	1
Resistencia al deslizamiento	1	1
2.6.3 Baldosas cerámicas		
Características geométricas	1	1
Resistencia flexión	1	1
Resistencia a las manchas	1	1
Resistencia a productos de limpieza	1	1
Absorción de agua	1	1
Resistencia al deslizamiento	1	0
2.6.4 Panel cartón-yeso		
Dimensiones y masa	1	0
Resistencia a flexión	1	0
Resistencia al impacto	1	0

CENTRO EDUCATIVO. BRENES. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
2.6.5 Azulejos		
Características geométricas	1	1
Resistencia flexión	1	1
Absorción de agua	1	1
Permeabilidad	1	1
Resistencia al impacto	1	1
Adherencia al soporte	1	1
2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES		
2.7.1 Lámina impermeabilizante		
Descripción de la lámina	1	0
Espesores	1	0
Peso	1	0
Tracción y alargamiento	1	0
Plegabilidad	1	0
Resistencia al calor	1	0
2.8. PINTURAS		
Tiempo de secado	1	0
Composición	1	0
Densidad	1	0
Adherencia al soporte in situ	1	0
2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES	No	No
<b>3. CONTROL DE EJECUCIÓN</b>		
3.1. CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA		
Inspecciones para control de ejecución	No	No
3.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA		
Inspecciones de obra secundaria	No	No
3.3. CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES		
Inspecciones para el control de instalaciones	No	No
<b>4. CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>		
Control de entrega y posventa	No	No

CENTRO EDUCATIVO. BRENES. SEVILLA		
<b>5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>		
5.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD		
5.1.1. Estanqueidad de cubiertas		
Prueba de estanqueidad de cubiertas	1	0
5.1.2. Estanqueidad de fachadas		
Prueba de estanqueidad de ventanas in situ	1	0
5.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES		
5.2.1. Instalación Eléctrica		
Prueba de func de la instalación eléctrica (chequeo)	Si	Si
5.2.2. Instalación de Fontanería y ACS		
Prueba de func fontanería y ACS (chequeo)	Si	Si
5.2.4 Instalación Contra-Incendios		
Prueba de func Contra-Incendios (chequeo)	Si	No
5.2.5 Instalación climatización		
Prueba de func climatización (chequeo)	Si	Si
6. ASISTENCIA TÉCNICA		
Asistencia Técnica	No	No
7. CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)		
Control del encargo (organizativo)	No	No
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p><i>Realizado = Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</i></p>		

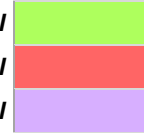
**1 VIVIENDA ÁRBOL GORDO. SEVILLA****EXPEDIENTE Nº: 136****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		Si	Si
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		No	No
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>			
Control de uniones soldadas		1	1
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		No	No
<b>2.5. ALBAÑILERÍA</b>			
<b>2.5.1 Morteros</b>			
Resistencia a compresión y flexotracción		1	0

1 VDA. ÁRBOL GORDO. SEVILLA		
<b>2.</b>	<b>CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>	
2.6.	REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS	
2.6.1	Azulejos	
	Ensayo de adherencia	1 0
2.7.	AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES	No No
2.8.	PINTURAS	No No
2.9.	MATERIALES DE INSTALACIONES	No No
<b>3.</b>	<b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>	
3.1.	CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	
	Inspecciones para control de ejecución	Si Si
3.2.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA	
	Inspecciones de obra secundaria	No No
3.3.	CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES	
	Inspecciones para el control de instalaciones	No No
<b>4.</b>	<b>CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>	
	Control de entrega y posventa	No No
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	
5.1.	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	No No
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	
5.2.1.	Instalación Eléctrica	
	Prueba de func. de la instalación eléctrica (chequeo)	Si Si
5.2.2.	Instalación de Fontanería y Saneamiento	
	Prueba de func. fontanería y saneamiento (chequeo)	Si Si
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica	No No



1 VDA. ÁRBOL GORDO. SEVILLA		
7.	CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)	
Control del encargo (organizativo)	No	No
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p><i>Realizado = Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</i></p>		



**46 VDAS. BARRIADA LA CORZA. SEVILLA****EXPEDIENTE N°: 8****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		Si	Si
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		Si	Si
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		Si	Si
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.2.2. Malla electrosoldada</b>			
Ensayo de malla electrosoldada según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>		No	No
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
Próctor normal		3	3
Análisis granulométrico		3	3
Límites de Atterberg		3	3
Materia orgánica		3	3
Determinación de la densidad in situ		9	9

46 VDAS. BDA LA CORZA. SEVILLA		
2. CONTROL DE MATERIALES (cont)		
2.5. ALBAÑILERÍA		
2.5.1. Ladrillos		
Aspecto, forma y dimensiones	2	3
Resistencia a compresión	2	3
Absorción de agua	2	3
Succión	2	3
Eflorescencias	2	3
2.5.2. Morteros		
Resistencia a compresión y flexotracción	8	11
2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS		
2.6.1. Enlucidos de yeso		
Chequeos in situ para determinar la dureza Shore	3	3
2.6.2. Azulejos		
Aspecto, forma y dimensiones	1	1
Resistencia flexión	1	1
Absorción de agua	1	1
Resistencia a productos de limpieza	1	1
Permeabilidad a través del bizcocho	1	1
Resistencia a las manchas	1	1
Chequeo de adherencia al soporte in situ	2	2
2.6.3. Baldosas de cemento		
Características geométricas	1	2
Resistencia flexión	1	2
Resistencia al choque	1	2
Degaste por rozamiento	1	2
Absorción de agua	1	2
Ensayo de resbalamiento-deslizamiento	1	2
2.6.4. Morteros Monocapa		
Resistencia a compresión y flexotracción	0	4
Chequeo de adherencia al soporte in situ	1	1
2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES		
2.7.1. Poliuretano proyectado		
Ensayo de características físicas	1	1

46 VDAS. BDA LA CORZA. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
<b>2.8. PINTURAS</b>		
Tiempo de secado	2	0
Densidad	2	0
Resistencia al frote húmedo	2	0
Indice resistencia al descuelgue	2	0
<b>2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES</b>	No	No
<b>3. CONTROL DE EJECUCIÓN</b>		
<b>3.1. CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA</b>		
Inspecciones para control de ejecución	Si	Si
<b>3.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA</b>		
Inspecciones de obra secundaria	Si	Si
<b>3.3. CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES</b>		
Inspecciones para el control de instalaciones	Si	Si
<b>4. CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>		
Inspecciones para repasos previos a la entrega	Si	Si
<b>5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>		
<b>5.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD</b>		
<b>5.1.1. Estanqueidad de cubiertas</b>		
Prueba de estanqueidad de cubiertas	4	4
<b>5.1.2. Estanqueidad de fachadas</b>		
Prueba de estanqueidad de ventanas in situ	2	2
<b>5.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES</b>		
<b>5.2.1. Instalación Eléctrica</b>		
Pruebas de func inst eléctrica en la totalidad de vdas	46	12

46 VDAS. BDA LA CORZA. SEVILLA		
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO (cont)</b>	
	<b>5.2.2. Instalación de Fontanería y Saneamiento</b>	
	Prueba de func. font y saneam en la totalidad de vdas	46 46
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica por equipo multidisciplinar	Si Si
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Asesoría de coordinación al Promotor	Si Si
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p><i>Realizado = Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</i></p>		

**CENTRO EDUCATIVO. SANTIPONCE. SEVILLA****EXPEDIENTE N°: 49****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		No	No
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		Si	Si
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.2.2. Malla electrosoldada</b>			
Ensayo de malla electrosoldada según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>			
Control de uniones soldadas		8	4

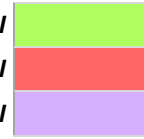
CENTRO EDUCATIVO. SANTIPONCE. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
Próctor normal	6	9
Análisis granulométrico	6	9
Límites de Atterberg	6	9
Materia orgánica y CBR	6	9
Determinación de la densidad in situ	20	32
<b>2.5. ALBAÑILERÍA</b>		
<b>2.5.1 Ladrillos</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	8	8
Resistencia a compresión	8	8
Absorción de agua	8	8
Succión	8	8
Masa	8	8
Inclusiones calcáreas	6	6
Eflorescencias	6	6
<b>2.5.2 Bloques de hormigón</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	1	1
Resistencia a compresión	1	1
Absorción de agua	1	1
Succión	1	1
Masa	1	1
<b>2.5.3 Morteros</b>		
Resistencia a compresión y flexotracción	4	4
Granulometría	4	4
Contenido en finos	4	4
Materia orgánica	4	4
Contenido en sulfatos y cloruros	4	4
<b>2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS</b>		
<b>2.6.1 Enlucidos de yeso</b>		
Chequeos in situ para determinar la dureza Shore	4	4

CENTRO EDUCATIVO. SANTIPONCE. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
<b>2.6.2 Azulejos</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	2	2
Resistencia flexión	2	2
Absorción de agua	2	2
Resistencia a productos de limpieza	2	2
Permeabilidad a través del bizcocho	2	2
Resistencia a las manchas	2	2
Chequeo de adherencia al soporte in situ	4	4
<b>2.6.3. Baldosas de cemento</b>		
Características geométricas	4	4
Resistencia flexión	4	4
Resistencia al choque	4	4
Degaste por rozamiento	4	4
Absorción de agua	4	4
Ensayo de resbalamiento-deslizamiento	4	4
<b>2.6.4 Baldosas de gres</b>		
Características geométricas	2	1
Resistencia flexión	2	1
Resistencia al choque	2	1
Dureza al rayado	2	1
Resistencia a las manchas	2	1
Resistencia a los productos químicos	2	1
Absorción de agua	2	1
Ensayo de resbalamiento-deslizamiento	2	1
<b>2.6.5 Piedra artificial (Peldaños y alféizar)</b>		
Características geométricas	2	2
Resistencia flexión	2	2
Resistencia al choque	2	2
Degaste por rozamiento	2	2
Absorción de agua	2	2
<b>2.6.6 Morteros revestimientos</b>		
Chequeo de adherencia al soporte in situ	2	2
<b>2.6.7 Revestimiento de hormigón desactivado</b>		
Ensayo de resbalamiento - deslizamiento	5	5



CENTRO EDUCATIVO. SANTIPONCE. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
2.6.8 Carpintería de aluminio y metálica		
Ensayo completo a una ventana	3	1
Espesores in situ de galvanizado	4	4
2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES		
2.7.1. Poliuretano proyectado		
Ensayo de características físicas	4	4
2.8. PINTURAS		
Composición	4	3
Densidad	4	3
Resistencia al frote húmedo	4	3
Chequeo de adherencia al soporte	4	3
2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES		
2.9.1. Tubos de PVC		
Identificación y aspecto	5	5
Medidas y tolerancias	5	5
Densidad y contenido en PVC	5	5
Tracción y alargamiento	5	5
Ensayo Vicat	5	5
2.9.2. Tubos de cobre		
Densidad y masa	10	8
Tracción y alargamiento	10	8
Dureza Vickers	10	8
Deformación por abocardado	10	8
<b>3. CONTROL DE EJECUCIÓN</b>		
3.1. CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA		
Inspecciones para control de ejecución	Si	Si
3.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA		
Inspecciones de obra secundaria y urbanización	Si	Si
3.3. CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES		
Inspecciones para el control de instalaciones	Si	Si

CENTRO EDUCATIVO. SANTIPONCE. SEVILLA		
<b>4.</b>	<b>CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>	
	Inspecciones para repasos previos a la entrega	Si Si
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	
5.1.	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	
5.1.1.	Estanqueidad de cubiertas	
	Prueba de estanqueidad de cubiertas	4 4
5.1.2.	Estanqueidad de fachadas	
	Prueba de estanqueidad de ventanas in situ	8 8
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	
5.2.1.	Instalación Eléctrica	
	Prueba de func. de la instalación eléctrica (chequeo)	Si Si
5.2.2.	Instalación de Fontanería y Saneamiento	
	Prueba de func. fontanería y saneamiento (chequeo)	Si Si
5.2.3	Instalación Voz- Datos	
	Prueba de func. de la instalación voz-datos (chequeo)	Si Si
5.2.4	Instalación de Climatización	
	Prueba de func. climatización y ACS (chequeo)	Si Si
5.2.5	Instalación de Gas	
	Prueba de funcionamiento de gas (chequeo)	Si Si
5.2.6	Instalación Contra- Incendios	
	Prueba de func. contra-incendios (chequeo)	Si Si
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica por equipo multidisciplinar	Si Si
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Control del encargo (organizativo)	No No

**CENTRO EDUCATIVO. SANTIPONCE. SEVILLA****\*Código de Colores:***Realizado = Previsto en el Plan de Control**Realizado < Previsto en el Plan de Control**Realizado > Previsto en el Plan de Control*

**37 VDAS. BAMI-SU EMINENCIA. SEVILLA****EXPEDIENTE N°: 90****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
<b>1. CONTROL DE PROYECTO</b>			
<b>1.1. CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD</b>			
Control de proyecto de cimentación y estructura		Si	Si
<b>1.2. CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA</b>			
Control de proyecto de obra secundaria		No	No
<b>1.3. CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES</b>			
Control de proyecto de instalaciones		No	No
<b>2. CONTROL DE MATERIALES</b>			
<b>2.1. HORMIGÓN</b>			
Ensayo de resistencia a compresión		EHE	EHE
<b>2.2. CONTROL DE ARMADURAS</b>			
<b>2.2.1. Aceros corrugados</b>			
Ensayo de acero corrugado según EHE		EHE	EHE
<b>2.2.2. Malla electrosoldada</b>			
Ensayo de malla electrosoldada según EHE		EHE	EHE
<b>2.3. CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA</b>		No	No
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
Próctor normal		1	1
Análisis granulométrico		1	1
Límites de Atterberg		1	1
Materia orgánica		1	1
Determinación de la densidad in situ		10	10

37 VDAS. BAMISU EMINENCIA. SEVILLA		
2. CONTROL DE MATERIALES (cont)		
2.5. ALBAÑILERÍA		
2.5.1. Ladrillos		
Aspecto, forma, dimensiones y masa	1	0
Resistencia a compresión	1	0
Absorción de agua	1	0
Succión	1	0
Eflorescencias	1	0
Inclusiones calcáreas	1	0
2.5.2. Morteros		
Resistencia a compresión y flexotracción	4	4
2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS		
2.6.1. Enlucidos de yeso		
Chequeos in situ para determinar la dureza Shore	2	2
2.6.2. Azulejos		
Aspecto, forma y dimensiones	1	1
Resistencia flexión	1	1
Absorción de agua	1	1
Resistencia a productos de limpieza	1	1
Permeabilidad a través del bizcocho	1	1
Resistencia a las manchas	1	1
Chequeo de adherencia al soporte in situ	2	2
2.6.3. Baldosas de cemento		
Características geométricas	1	0
Resistencia flexión	1	0
Resistencia al choque	1	0
Degaste por rozamiento	1	0
Absorción de agua	1	0
2.6.4. Morteros Monocapa		
Resistencia a compresión y flexotracción	1	1
2.6.5 Carpintería de aluminio		
Ensayo completo a una ventana	1	1
Adaptación al premarco	1	1

37 VDAS. BAMI-SU EMINENCIA. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
<b>2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES</b>		
<b>2.7.1. Poliuretano proyectado</b>		
Chequeo in situ de espesor	1	1
<b>2.8. PINTURAS</b>		
Composición	2	2
Densidad	2	2
Resistencia al frote húmedo	2	2
Chequeo in situ de adherencia al soporte	2	2
<b>2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES</b>	No	No
<b>3. CONTROL DE EJECUCIÓN</b>		
<b>3.1. CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA</b>		
Inspecciones para control de ejecución	Si	Si
<b>3.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA</b>		
Inspecciones de obra secundaria	Si	Si
<b>3.3. CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES</b>		
Inspecciones para el control de instalaciones	Si	Si
<b>4. CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>		
Inspecciones para repasos previos a la entrega	Si	Si
<b>5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>		
<b>5.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD</b>		
<b>5.1.1. Estanqueidad de cubiertas</b>		
Prueba de estanqueidad de cubiertas	2	5
<b>5.1.2. Estanqueidad de fachadas</b>		
Prueba de estanqueidad de ventanas in situ	2	5

37 VDAS. BAMI-SU EMINENCIA. SEVILLA		
<b>5.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO (cont)</b>	
5.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES	
5.2.1.	Instalación Eléctrica	
	Prueba de func de la instalación eléctrica (chequeo)	Si Si
5.2.2.	Instalación de Fontanería y Saneamiento	
	Prueba de func fontanería y saneamiento (chequeo)	Si Si
5.2.3.	Instalación Contra-Incendios	
	Prueba de func Contra-Incendios (chequeo)	Si Si
5.2.3.	Instalación ventilación y preinstalación A/A	
	Prueba de func vent y preinstalación A/A (chequeo)	Si Si
<b>6.</b>	<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b>	
	Asistencia Técnica	No No
<b>7.</b>	<b>CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>	
	Control del encargo (organizativo)	No No
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p><i>Realizado = Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</i></p> <p><i>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</i></p>		

**52 VDAS. TORREBLANCA. SEVILLA****EXPEDIENTE N°: 118****RESULTADOS EXAMEN PORMENORIZADO**

Definición de Unidad y Control		Previsto	Realizado
1.	CONTROL DE PROYECTO		
1.1.	CONTROL DE PROYECTO DE ESTABILIDAD		
	Control de proyecto de cimentación y estructura	Si	Si
1.2.	CONTROL DE PROYECTO DE OBRA SECUNDARIA		
	Control de proyecto de obra secundaria	Si	Si
1.3.	CONTROL DE PROYECTO DE INSTALACIONES		
	Control de proyecto de instalaciones	Si	Si
2.	CONTROL DE MATERIALES		
2.1.	HORMIGÓN		
	Ensayo de resistencia a compresión	EHE	EHE
2.2.	CONTROL DE ARMADURAS		
2.2.1.	Aceros corrugados		
	Ensayo de acero corrugado según EHE	EHE	EHE
2.2.2.	Malla electrosoldada		
	Ensayo de malla electrosoldada según EHE	EHE	EHE
2.3.	CONTROL DE ESTRUCTURA METALICA		
	Control de uniones soldadas	1	1



52 VDAS. TORREBLANCA. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
<b>2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
Preparación de la muestra	2	2
Análisis granulométrico	2	2
Próctor modificado	2	2
Límites de Atterberg	2	2
Materia orgánica	2	2
Ensayo CBR	2	2
Sales solubles	2	2
Hinchamiento libre	2	2
Colapso	2	2
Determinación de la densidad in situ	10	12
<b>2.5. ALBAÑILERÍA</b>		
<b>2.5.1. Ladrillos</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	2	2
Resistencia a compresión	2	2
Absorción de agua	2	2
Succión	2	2
Nódulos de cal	2	2
Eflorescencias	2	2
<b>2.5.2. Morteros</b>		
Resistencia a compresión y flexotracción	2	2
<b>2.5.3 Tabiquería de yeso laminado / cartón-yeso</b>		
Dimensiones	3	3
Masa	3	3
Resistencia a flexión	3	3
Resistencia al impacto	3	3
Espesor de galvanizado en perfiles	3	3
<b>2.5.4 Bloques de Hormigón</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	1	1
Resistencia a compresión	1	1
Absorción de agua	1	1
<b>2.6. REVESTIMIENTOS y CARPINTERIAS</b>		
<b>2.6.1. Enlucidos de yeso</b>		
Chequeos in situ para determinar la dureza Shore	6	6

52 VDAS. TORREBLANCA. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
<b>2.6.2 Azulejos</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	2	2
Resistencia flexión	2	2
Absorción de agua	2	2
Resistencia a productos de limpieza	2	2
Resistencia a las manchas	2	2
Chequeo de adherencia al soporte in situ	5	6
<b>2.6.3 Baldosas de cemento</b>		
Características geométricas	2	2
Resistencia flexión	2	2
Resistencia al choque	2	2
Degaste por rozamiento	2	2
Absorción de agua	2	2
<b>2.6.4 Baldosas de gres</b>		
Aspecto, forma y dimensiones	2	2
Resistencia flexión	2	2
Absorción de agua	2	2
Resistencia a productos de limpieza	2	2
Abrasión	2	2
Resistencia a las manchas	2	2
Ensayo de resbalamiento-deslizamiento	2	2
<b>2.6.5 Morteros enfoscado</b>		
Resistencia mecánica	1	1
<b>2.6.6 Carpintería de aluminio</b>		
Ensayo completo a una ventana	2	2
<b>2.6.7 Carpintería de madera</b>		
Ensayo completo a una puerta	1	0
<b>2.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES</b>		
<b>2.7.1. Poliestireno extruido</b>		
Ensayo de características físicas	1	1
<b>2.7.2 Lana mineral</b>		
Ensayo de características físicas	1	1

52 VDAS. TORREBLANCA. SEVILLA		
<b>2. CONTROL DE MATERIALES (cont)</b>		
2.7.3 Hormigón aligerado		
Resistencia mecánica	6	9
2.7.4 Lámina asfáltica		
Descripción y espesor	1	1
Peso	1	1
Resistencia a la tracción	1	1
Resistencia al calor	1	1
2.8. PINTURAS		
Tiempo de secado	5	5
Composición	5	5
Densidad	5	5
Resistencia al frote húmedo	5	5
Índice resistencia al descuelgue	5	5
2.9. MATERIALES DE INSTALACIONES	No	No
<b>3. CONTROL DE EJECUCIÓN</b>		
3.1. CONTROL DE EJEC. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA		
Inspecciones para control de ejecución	Si	Si
3.2. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA SECUNDARIA		
Inspecciones de obra secundaria	Si	Si
3.3. CONTROL DE EJECUCIÓN DE INSTALACIONES		
Inspecciones para el control de instalaciones	Si	Si
<b>4. CONTROL DE ENTREGA Y POSVENTA</b>		
Inspecciones para repasos previos a la entrega	Si	Si
Control de actuaciones durante posventa	Si	Si
<b>5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>		
5.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD		
5.1.1. Estanqueidad de cubiertas		
Prueba de estanqueidad de cubiertas	6	11

52 VDAS. TORREBLANCA. SEVILLA		
<b>5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO (cont)</b>		
5.1.2. Estandueidad de fachadas		
Prueba de estanqueidad de ventanas in situ	6	6
<b>5.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES</b>		
5.2.1. Instalación Eléctrica		
Prueba de func. de la instalación eléctrica (chequeo)	Si	Si
5.2.2. Instalación de Fontanería y Saneamiento		
Prueba de func. fontanería y saneamiento (chequeo)	Si	Si
5.2.3 Instalación Voz- Datos		
Prueba de func. de la instalación voz-datos (chequeo)	Si	Si
5.2.4 Instalación de Climatización		
Prueba de func. climatización y ACS (chequeo)	Si	Si
5.2.5 Instalación Contra- Incendios		
Prueba de func. contra-incendios (chequeo)	Si	Si
5.2.6 Domótica		
Prueba de func. domótica (chequeo)	Si	Si
<b>6. ASISTENCIA TÉCNICA</b>		
Asistencia Técnica por equipo multidisciplinar	Si	Si
<b>7. CONTROL DEL ENCARGO (ORGANIZATIVO)</b>		
Asesoría de coordinación al Promotor	Si	Si
<p><b>*Código de Colores:</b></p> <p>Realizado = Previsto en el Plan de Control</p> <p>Realizado &lt; Previsto en el Plan de Control</p> <p>Realizado &gt; Previsto en el Plan de Control</p>		

## 7.3 Consulta a expertos. Desarrollo experimental

Los fundamentos teóricos del método Delphi referenciados en el capítulo de Metodología contribuyen a plantear una consulta para expertos que incorpora al trabajo la suma de diferentes perspectivas del sector.

En primer lugar, hemos seleccionado para ello **un total de 17 expertos**<sup>71</sup> con los siguientes perfiles:

Un catedrático de universidad del área de conocimiento construcciones arquitectónicas, un director de entidad de control de calidad en la construcción, un ingeniero de caminos jefe de área de un laboratorio de control de calidad, un arquitecto con 35 años de experiencia en redacción de proyectos y dirección de obras, un director técnico de una promotora de ámbito autonómico, un arquitecto técnico director regional de entidad multinacional de project management de edificación, dos arquitectos codirectores de entidad especializada en diagnosis, peritación e intervenciones en edificios, un doctor arquitecto técnico y graduado en ingeniería de edificación con 19 años de experiencia en dirección de obras, patología y gestión de edificios, un arquitecto técnico y graduado en ingeniería de edificación con más de 26 años de experiencia en jefatura y dirección de obras de edificación, un ingeniero industrial gerente de consultoría en dirección de proyectos, un arquitecto y un arquitecto técnico, ambos con más de 15 años en empresas de control de calidad en edificación, un arquitecto técnico delegado zonal de una organización de control técnico, un arquitecto técnico con más de 30 años de experiencia en promociones inmobiliarias e informes periciales, un arquitecto y un arquitecto técnico responsables de control de calidad en promotora pública de viviendas.

Posteriormente, las consultas planteadas a este elenco ofrecen una ponderación de elementos cuyo tratamiento con lógica difusa nos lleva a conformar las bases del Modelo.

### 7.3.1 Matriz de inicio

La matriz QFD propuesta en la metodología está concebida para correlacionar expectativas y características del objeto a estudiar, las cuales están representadas en nuestro caso por los Factores y las Funciones del control seleccionadas. Estos dos soportes conceptuales del Modelo se convierten en los elementos que forman una primera matriz sobre la que comenzar a trabajar, denominada **Matriz de inicio**.

---

<sup>71</sup> El número óptimo de expertos no está establecido en los modelos teóricos del método, si bien el valor elegido corresponde con un punto intermedio entre las recomendaciones generales de sus creadores en la Rand Corporation, los cuales citan un mínimo de 7 y un máximo de 30.

Para crear esta matriz de trabajo tenemos que contemplar, por un lado, las expectativas o requerimientos (que en el método QFD se denominan genéricamente como los “Qué” a satisfacer), que se corresponden en nuestro Modelo con los factores condicionantes del control.

Recordaremos ahora los **siete Factores** obtenidos tras la metodología desarrollada:

**Muestreo**

**Coordinación etapas**

**Criterios A/R**

**Retroalimentación**

**Vulnerabilidad**

**Independencia**

**Motivación**

De otra parte, las características del objeto que definen los “Cómo” del QFD son ocupadas en nuestro Modelo por las funciones operativas del control, las cuales introduciremos también en la Matriz de inicio.

Recordamos a continuación estas **siete Funciones** del control, obtenidas de nuestro estudio y análisis de expedientes reales:

**Control del encargo**

**Control de proyecto**

**Control de materiales**

**Control de ejecución**

**Pruebas de servicio**

**Control de entrega y posventa**

**Asistencia técnica**

La Matriz de inicio queda:

Factores	Funciones						
	C. del encargo	C. del proyecto	C. de materiales	C. de ejecución	P. de servicio	C. entrega y posv.	Asistencia T.
	Muestreo						
	Coordinación etapas						
	Criterios A/R						
	Retroalimentación						
	Vulnerabilidad						
	Independencia						
	Motivación						

Tabla 7/24. Matriz inicial con conceptos de entrada

Este primer paso del sistema QFD se convierte en el soporte de los dos cuestionarios que se presentan, a través de la metodología Delphi, al conjunto de expertos. Pretendemos obtener así:

- **Ponderación de los Factores** condicionantes del control.
- **Relación entre estos Factores y las Funciones operativas.**

### 7.3.2 Primera Consulta a expertos: Ponderación de factores.

El Diccionario de la Real Academia Española incluye en la definición del término “ponderar”, entre otras, las siguientes acepciones:

- Examinar algo con cuidado.
- Contrapesar, equilibrar.
- Determinar el peso de algo.

Esta selección de significados resume con precisión lo que hemos requerido de los expertos a través de la primera fase de la consulta.

En concreto en el cuestionario enviado<sup>72</sup> se propuso responder, para cada uno de los siete factores, a la pregunta:

- ***¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?***

Ante lo cual se incluyó una escala de valoración tipo Likert para señalar una de las cinco opciones siguientes:

- Muy bajo (MB).
- Bajo (B).
- Medio (M).
- Alto (A).
- Muy alto (MA).

En concreto cada cuestión de este primer cuestionario se plantea con un cuadro como el representado en la tabla 7/25.

---

<sup>72</sup> Los formularios completos de las consultas a expertos mediante el método Delphi pueden confrontarse en el anejo 11.3.



Factor:					
¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

Tabla 7/25. Tabla para cuestión tipo (1<sup>er</sup> Cuestionario)

En cuanto a las respuestas, la siguiente tabla incluye la totalidad de resultados a las cuestiones planteadas:

	Expertos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Muestreo	M	A	A	MA	MA	MA	A	A	MA	M	A	A	A	MA	A	MA	A
Coord. etapas	A	MA	MA	A	MA	M	MA	M	M	MA	A	A	M	A	MA	A	A
Criterios A/R	MA	A	M	MA	MA	A	A	A	MA	A	A	MA	A	MA	MA	MA	MA
Retroalimentación	MA	M	MA	A	MA	A	M	M	MA	MA	M	A	MA	MA	A	M	A
Vulnerabilidad	A	A	A	M	A	A	A	MA	MA	B	A	A	A	MA	M	M	MA
Independencia	A	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	M	MA	A	A	A	A	A	A	MA
Motivación	MA	M	A	M	MA	M	A	A	MA	MA	M	A	A	M	A	M	MA

Tabla 7/26. Resultados completos a la ponderación de factores (1<sup>er</sup> Cuestionario)

Comprobamos que existe un nivel de partida con elevado consenso, ya que la amplia mayoría de las valoraciones (80,7%) corresponden con los dos escalones superiores de la escala propuesta (alto y muy alto), un 18.5 % de las respuestas sitúan algún factor con nivel de influencia medio y existe un solo caso de valoración baja (0.8%).

Además en la encuesta se da la posibilidad a cada uno de los expertos de añadir comentarios u observaciones por cada pregunta formulada. En el anejo 11.3 pueden

consultarse la totalidad de los comentarios realizados, si bien en la siguiente tabla (7/27) hemos realizado un extracto de las principales ideas aportadas. Como puede comprobarse no hay observaciones que pongan en cuestión a ninguno de los factores propuestos.

<b>Síntesis de observaciones</b>	
<b>Muestreo</b>	El muestreo con base estadística es útil pero para acercarse a la realidad hay que considerar aspectos como la selección de la muestra o la tipología de edificio.
<b>Coord. etapas</b>	Es crucial que exista personal adecuado que interprete los resultados de etapas anteriores del control y se pueda actuar consecuentemente.
<b>Criterios A/R</b>	Son relevantes de cara a que los responsables puedan conocer justificadamente si se cumple con lo especificado.
<b>Retroalimentación</b>	Introduce mejoras derivadas del aprendizaje aportado por la experiencia, si bien ha de estar dentro de un ámbito organizativo que sea capaz de aplicarlo eficazmente.
<b>Vulnerabilidad</b>	Lo más importante es seleccionar cuáles son los aspectos controlables con mayor relación con la vulnerabilidad.
<b>Independencia</b>	Se destaca la importancia de que el controlador sea independiente, lo cual puede matizarse al considerar que sus objetivos varían en función del contratante.
<b>Motivación</b>	Es un factor que influye de forma genérica en toda actividad humana, pudiéndose particularizar para nuestro caso en una profesionalización óptima de los participantes.

**Tabla 7/27. Extracto de las observaciones aportadas en la 1ª fase del Cuestionario**

En consecuencia **podemos dar por sancionados los Factores**, siendo las ponderaciones resultantes del método Delphi válidas para la siguiente fase.

### 7.3.3 Primera Consulta a expertos. Modelado Difuso

Una vez validadas las respuestas del primer cuestionario procedemos a cuantificar los resultados, utilizando para ello la técnica matemática basada en la **lógica difusa**, cuyas bases teóricas han sido referidas al explicar la metodología (apdo.6.2.3).

Para realizar los cálculos difusos, empleamos la **herramienta informática X-Fuzzy 3.0**<sup>73</sup>, desarrollada por el Instituto de Microelectrónica de Sevilla (IMSE), organismo perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y al Centro Nacional de Microelectrónica (CNM). De tal forma, introduciremos en el programa el conjunto de respuestas obtenidas por los 17 expertos y tras su tratamiento obtendremos los resultados en valores concretos o desdifusificados.

El modelado difuso se ha desarrollado siguiendo las **4 etapas** que establece el entorno Xfuzzy 3.0.: Diseño, Ajuste, Verificación y Síntesis.

#### A. ETAPA DE DISEÑO

En primer lugar, en esta etapa de diseño se editan los conjuntos de operadores difusos (denominados “and” y “defuzzification”), los tipos de variables lingüísticas (variables de entrada y de salida), las bases de las reglas y la estructura jerárquica que conforma el sistema de inferencia difuso.

#### DEFINICIÓN DE LOS OPERADORES

Un conjunto de operadores es, en este ámbito, un objeto cuyo contenido lo forma la asignación a cada operador difuso de la función matemática que lo define. En consecuencia, la construcción del sistema difuso en el software Xfuzzy 3.0 comienza con la definición de los operadores que lo conforman, los cuales hacen uso de la teoría de los conjuntos difusos introducida por Lofti A. Zadeh, expuesta en la parte teórica.

Para la definición de los conjuntos difusos se deben tener en cuenta las funciones de pertenencia que caracterizan cada conjunto, y también el operador concreto a utilizar en el desarrollo de cada operación.

Este sistema de inferencia difuso utiliza dos operadores; en primer lugar utiliza el operador “and”, que se define como intersección, así como la función asociada al mínimo o implicación de Mamdani, y en segundo lugar utiliza el operador “defuzzification” que define el método de concreción o valoración discreta del conjunto difuso, que en este caso es la función “centro del área” (Figura 7/30).

<sup>73</sup> Herramientas de cad para lógica difusa, xfuzzy-team@imse.cnm.es. ©IMSE-CNM 1997-2003 Xfuzzy es propiedad de sus autores y del IMSE-CNM, Xfuzzy es software libre; puede ser distribuido y/o modificado bajo los términos de GNU. General Public License publicados en Free Software Foundation.

Entre las propiedades de éste método hay que destacar que es continuo (un pequeño cambio en las entradas no implica un cambio brusco en la salida) y no es ambiguo (obtiene un valor único como resultado del proceso).



Fig. 7/30. Edición del conjunto de operadores en el modelado difuso

### VARIABLES LINGÜÍSTICAS

El siguiente paso en la descripción del sistema de inferencia difuso es crear los tipos de variables lingüísticas. Recordamos que una variable lingüística se corresponde con aquellos valores que pueden expresarse en términos de lenguaje natural, siendo cada uno de éstos términos reconocidos como etiquetas lingüísticas del sistema y representadas por medio de un conjunto difuso definido sobre el universo de discurso de la variable correspondiente.

Partimos de conjunto de términos lingüísticos que hemos utilizado, en nuestro caso con una amplitud o *granuralidad*<sup>74</sup> de cinco etiquetas diferentes (alto, medio, etc). A continuación debemos asignar un número borroso a estas etiquetas, considerando para ello las investigaciones de Bevilacqua<sup>75</sup>, Singhaputtangkul<sup>76</sup>, Ribera<sup>77</sup> o Rodríguez-

<sup>74</sup> Andres Calle, R. 2009. Evaluación del Desempeño: Nuevos Enfoques desde las Teorías de Subconjuntos Difusos y de la Decisión Multi-criterio.

<sup>75</sup> Bevilacqua, M. 2006. A fuzzy-QFD approach to supplier selection.

<sup>76</sup> Singhaputtangkul, N. (et al.). 2013. Knowledge-based Decision Support System Quality Function Deployment (KBDSS-QFD) tool for assessment of building envelopes.

<sup>77</sup> Ribera Martín, M. 2004. Una aplicación del método Delphi borroso al modelo universitario.

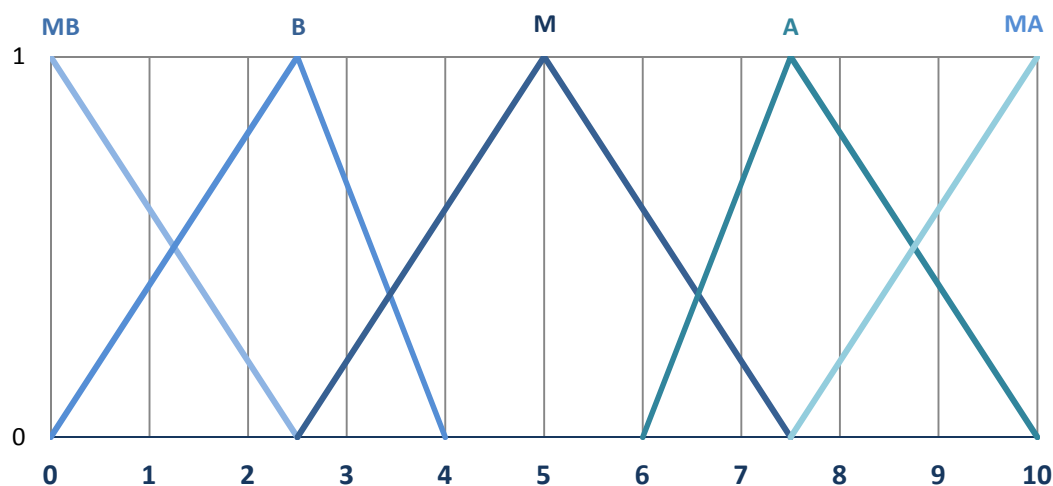
Suarez<sup>78</sup>, quienes designan conjuntos difusos con funciones de pertenencia triangulares adaptados para este tipo de casos.

De esta forma el universo del discurso se divide en un número de conjuntos difusos igual a la escala de clasificación elegida. En nuestro caso este universo abarca la cuantificación desde el mínimo al máximo establecido (0-10) y los conjuntos difusos triangulares asignados corresponden a las cinco etiquetas lingüísticas de las respuestas posibles.

Obtenemos así la representación borrosa que reflejan la tabla 7/28 y la figura 7/31, añadiéndose también un ejemplo con la definición del sistema en el programa (figura 7/32).

<i>Valor lingüístico</i>	Muy Bajo (MB)	Bajo (B)	Medio (M)	Alto (A)	Muy Alto (MA)
<i>Número difuso triangular</i>	(0;0;2.5)	(0;2.5;4)	(2.5;5;7.5)	(6;7.5;10)	(7.5;10;10)

**Tabla 7/28. 1<sup>er</sup> Cuestionario: Números difusos triangulares asociados a las variables lingüísticas**



**Fig.7/31. 1<sup>er</sup> Cuestionario: Gráfica de las funciones de pertenencia difusas triangulares asociadas a las etiquetas lingüísticas**

<sup>78</sup> Rodríguez-Suárez, A. 2009. Utilización de la lógica difusa para la estimación de riesgo en proyectos.

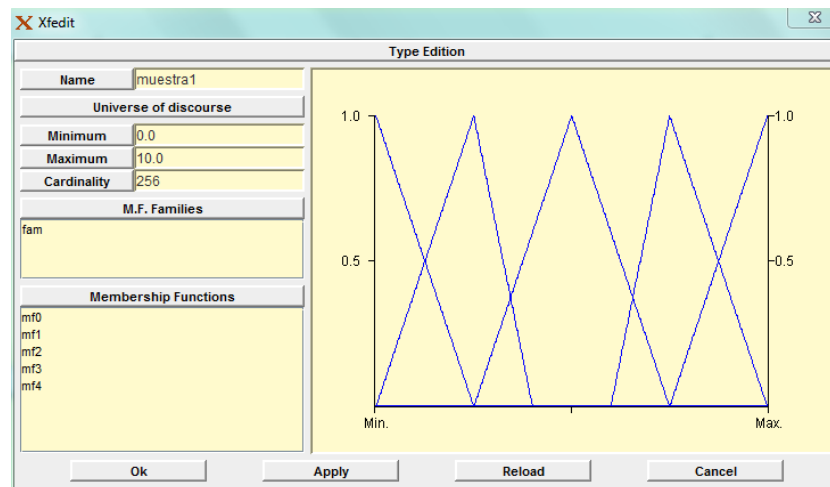


Fig. 7/32. Ejemplo de definición de las variables lingüísticas en el programa Xfuzzy.

#### BASE DE REGLAS DE INFERENCIA

Una base de reglas es un objeto que encapsula al conjunto de reglas que describen las relaciones lógicas entre distintas variables lingüísticas. En el sistema de inferencia difuso de nuestro cuestionario, una regla difusa es una expresión del tipo que exponemos a continuación:

**IF** “el experto 1 dice que la retroalimentación tiene un valor muy alto” **AND** “el experto 2 dice que la retroalimentación tiene un valor alto “ ... **AND** “el experto 17 dice que la retroalimentación tiene un valor medio”, **THEN** “el resultado es un valor escalar difuso obtenido como resultado de las 17 muestras o expertos que intervienen en el sistema de inferencia”.

En la ventana de entrada de datos del programa, las proposiciones difusas situadas a la izquierda son antecedentes o premisas, mientras que la proposición difusa de la derecha se conoce como consecuente o conclusión (Figura 7/33). Una regla difusa representa una relación difusa entre el antecedente y el consecuente.

Estas técnicas de razonamiento lógico permiten deducir conclusiones a partir de un conjunto de reglas lógicas y un conjunto de observaciones, utilizando la inferencia hacia delante conocido como “modus ponens generalizado”, detallado en el apartado teórico de la metodología.

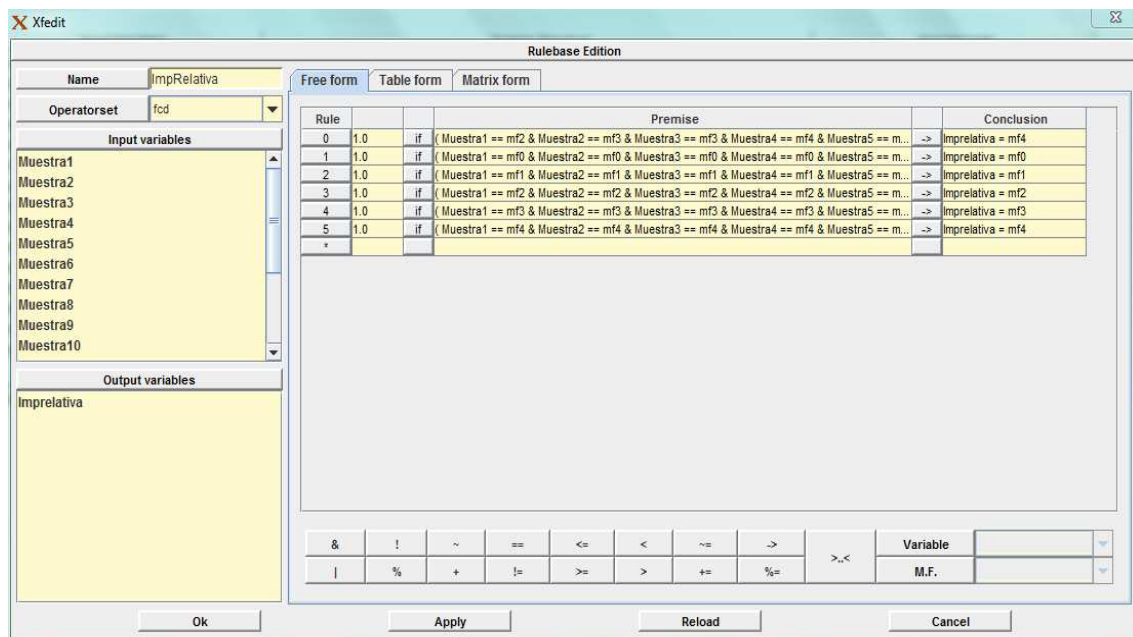


Fig. 7/33. Xfuzzy: Ventana de edición de bases de reglas del 1<sup>er</sup> cuestionario

### ESTRUCTURA JERARQUICA

Este modelo difuso según “modus ponens generalizado”, distingue dos tipos de variables: las variables de entrada, sobre las que se realizan las observaciones que permiten la inferencia, y la variable de salida, sobre la que se obtiene las conclusiones.

El mecanismo de inferencia está basado en reglas, por lo que se obtiene en primer lugar las conclusiones parciales de cada regla, para posteriormente conformar la conclusión final como agregación de las anteriores, según un sistema de inferencia del tipo Mamdani.

Una vez descritos los conjuntos de operadores, tipos de variables y bases de reglas, la descripción del sistema difuso se completa definiendo la estructura jerárquica de dichas bases de reglas que constituye la descomposición modular del esquema de razonamiento del sistema, figura 7/34.

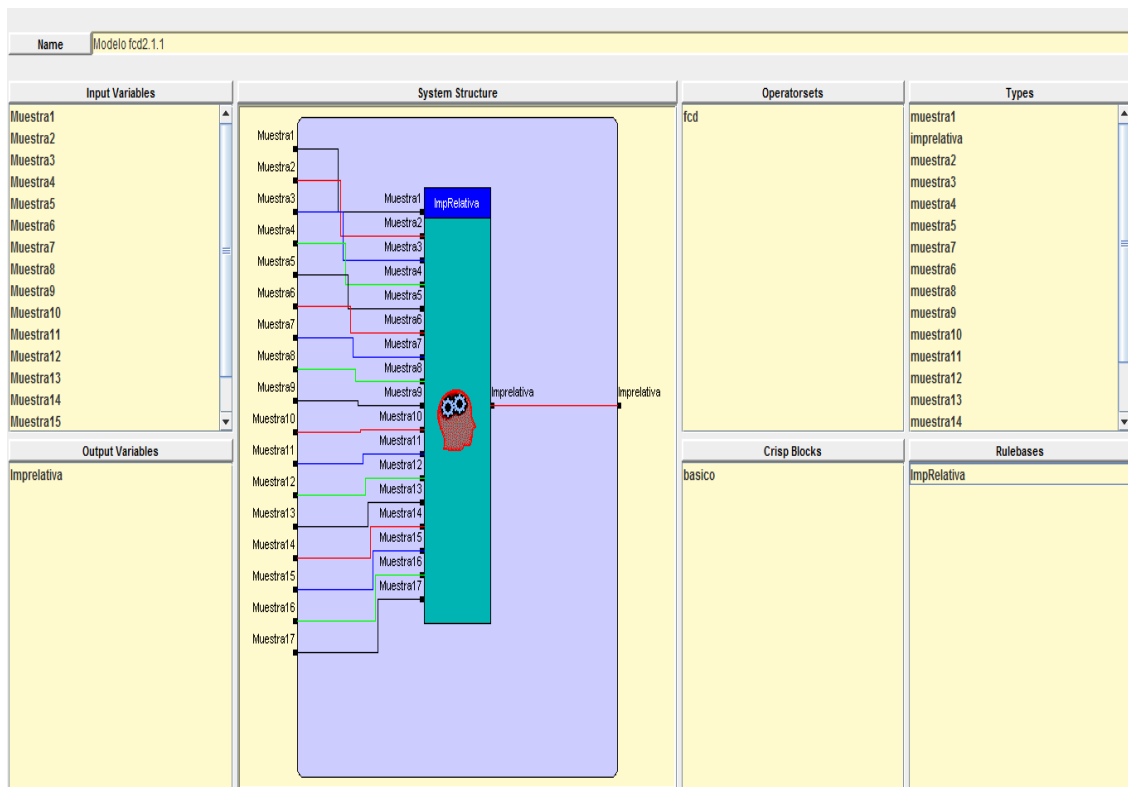


Fig. 7/34. Estructura jerárquica del sistema inferencia difuso en el entorno Xfuzzy 3.0

## B. ETAPA DE AJUSTE

Se desarrolla un proceso de ajuste automático basado en algoritmos de aprendizaje supervisado. El comportamiento del sistema difuso depende de la estructura de las bases de reglas y de los valores de los parámetros de las funciones de pertenencia mientras el comportamiento deseado del mismo se expresa por medio de patrones de entrada/salida.

El ajuste del sistema consiste en modificar dichos valores de los parámetros de las funciones de pertenencia, para aproximar el funcionamiento del sistema al comportamiento deseado. A partir de los patrones de datos es posible construir una función encargada de calcular la desviación entre el comportamiento real del sistema y el deseado. Este tipo de aprendizaje se conoce como entrenamiento, y la función que describe la desviación del sistema se denomina función de error.

El objetivo de los algoritmos de aprendizaje supervisado es modificar los citados parámetros para minimizar la función de error del sistema de inferencia difuso, aproximando así el comportamiento del sistema al deseado.



### C. ETAPA DE VERIFICACIÓN

En la etapa de verificación del modelo difuso, permite visualizar diferentes formas el comportamiento del sistema, mediante representación gráfica en dos o tres dimensiones. Para ello se realiza un barrido de las entradas, representando los valores de la variable de salida seleccionada. Además la monitorización del sistema muestra valores intermedios del proceso de inferencia para unos determinados parámetros de entrada (Figura 7/35).

La herramienta Xfuzzy 3.0. permite estudiar el comportamiento en línea del sistema mediante representaciones gráficas y además permite almacenar datos de simulación en ficheros externos.

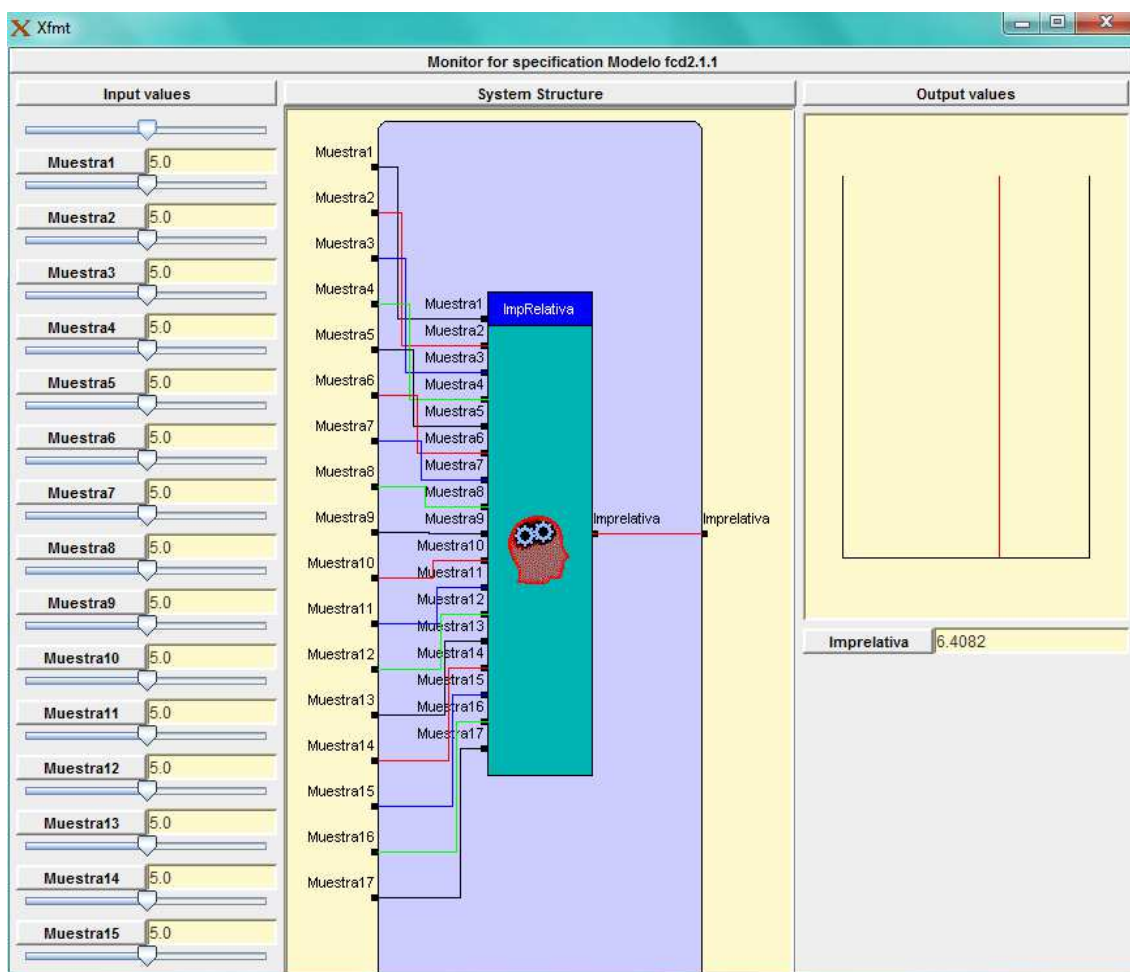


Fig. 7/35. Xfuzzy: Monitorización del sistema de inferencia difuso

## D. ETAPA DE SÍNTEISIS

En la etapa de síntesis el objetivo es generar el código en Java del sistema de inferencia difuso que represente el funcionamiento del modelo creado. La utilización de software libre permite total transparencia para cualquier usuario.

### Resultados finales 1<sup>er</sup> cuestionario

Tras el modelado difuso obtenemos unos datos de salida en valores concretos (tras el mecanismo desdifusor), en una escala de 0 a 10, otorgando a cada factor un peso final que se expresa en la **tabla 7/29**.

Los resultados ponen de manifiesto **la alta valoración de todos los Factores**, así como una baremación de los mismos sin grandes desviaciones, sorprendiendo la uniformidad dada por el conjunto de los expertos a algunos de ellos. Lo anterior supone una **corroboración definitiva de los Factores** como respuestas adecuadas en la búsqueda de los aspectos determinantes del control.

Factores		Valoración de expertos
	Muestreo	8,8
	Coordinación etapas	7,8
	Criterios A/R	8,9
	Retroalimentación	7,8
	Vulnerabilidad	7,7
	Independencia	8,9
	Motivación	7,7

**Tabla 7/29. Valores asignados a los factores tras el análisis Fuzzy**

En nuestro caso no procede contemplar en el análisis QFD otros ratios u objetivos de mejora (tal como expusimos al explicar esta técnica), toda vez que la ponderación de pesos se ha planteado como un objetivo global para el conjunto de actuaciones de control y sus valores contemplan ya un amplio espectro de visiones especializadas.

En consecuencia la valoración puede considerarse finalizada, restando únicamente añadir su traslación a porcentajes y el orden de importancia derivado, tal como expresa la tabla 7/30.

Factores		Valoración de expertos	Valoración Relativa (%)	Orden de importancia
	Muestreo	8,8	15,3	2º
	Coordinación etapas	7,8	13,5	3º
	Criterios A/R	8,9	15,5	1º
	Retroalimentación	7,8	13,5	3º
	Vulnerabilidad	7,7	13,4	4º
	Independencia	8,9	15,5	1º
	Motivación	7,7	13,4	4º

Tabla 7/30. Resultados finales de la valoración de Factores

### 7.3.4 Segunda Consulta a expertos. Factores/Funciones

Con el fin de obtener un consenso avanzado para nuestro modelo se propone la segunda parte de la consulta al grupo de expertos. En este caso el cuestionario está centrado en la correlación entre los factores y las funciones (los “Qué” y los “Cómo” del QFD). Este nuevo escalón del desarrollo metodológico pretende aclarar la contribución de cada una de las siete Funciones del control para cubrir las necesidades que los siete Factores condicionantes plantean.

Se solicita una valoración de las 49 interrelaciones resultantes de este planteamiento (7 factores x 7 Funciones), es decir, una por cada celda de la matriz de inicio (Tabla 7/24).

La pregunta genérica formulada es:

- ***¿Cómo valora la relación entre este factor determinante y esta función o actividad del control de calidad?***

Para recopilar las respuestas acompañamos en el formulario la matriz de factores y funciones con un desplegable en cada celda (Tabla 7/31). A ello se acompaña la valoración final de factores que acabamos de obtener tras la primera ronda de la consulta (el cuestionario completo puede confrontarse en el anejo 11.3):

		A	B	C	D	E	F	G
		Funciones						
		Control del encargo	Control del proyecto	Control de materiales	Control de ejecución	Pruebas de servicio	Control entrega y posventa	Asistencia Técnica
1	Muestreo	Alta	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
2	Coordinación entre etapas	De	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
3	Criterios Aceptación/Rechazo	De	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
4	Retroalimentación	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
5	Vulnerabilidad	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
6	Independencia	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
7	Motivación	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar

Tabla 7/31. Matriz para valoración factores/funciones por expertos

En este caso las bases de la metodología QFD nos llevan a sumar en la escala una valoración “en blanco” que hemos denominado “Sin Relación Significativa”, por lo que los escalones quedan:

- Sin Relación Significativa (S)
- Muy baja (MB)
- Baja (B)
- Media (M)
- Alta (A)
- Muy alta (MA)

Las 17 matrices de respuestas obtenidas, una por cada experto, se resumen en la tabla 7/32.

De igual manera que en el primer formulario, en esta segunda ronda existe la opción de incluir comentarios, aunque en este caso no se producen observaciones debido probablemente a la diversidad de respuestas solicitadas.

	Expertos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Muestr/ C Encargo</b>	S	S	S	B	S	S	S	S	S	M	S	MB	A	S	B	M	A
<b>Muestr/ C Proy</b>	S	B	A	B	A	A	M	S	A	A	S	M	MA	S	M	MA	S
<b>Muestr/ C Mater</b>	A	MA	M	MA	MA	MA	A	MA	A	MA	MA	A	A	MA	A	MA	MA
<b>Muestr/ C Ejec</b>	MA	A	M	MA	MA	A	A	A	MA	MA	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA
<b>Muestr/ P Servicio</b>	M	A	M	MA	MA	A	A	A	MA	MA	MA	M	M	A	MA	MA	MA
<b>Muestr/ C Entrega</b>	S	A	A	A	MA	S	S	M	MA	B	S	A	MA	A	MB	B	S
<b>Muestr/ A Técnica</b>	S	S	A	B	S	S	A	M	A	A	MA	S	A	S	S	MB	A
<b>Coord/ C Encargo</b>	S	S	MA	A	MA	A	A	MB	A	M	A	A	M	A	B	S	S
<b>Coord/ C Proy</b>	M	A	A	A	MA	A	MA	MA	M	A	MA	B	A	MA	M	S	A
<b>Coord/ C Mater</b>	M	MA	M	A	MA	A	A	A	A	MA	M	M	A	A	B	A	MA
<b>Coord/ C Ejec</b>	A	MA	MA	MA	MA	A	A	MA	M	MA	MA	B	A	MA	A	A	MA
<b>Coord/ P Servicio</b>	A	A	M	A	MA	S	M	A	A	MA	A	MB	M	M	A	MA	M
<b>Coord/ C Entrega</b>	B	S	A	A	MA	S	M	A	S	B	A	MB	A	M	S	B	S
<b>Coord/ A Técnica</b>	MB	MB	MA	M	MA	S	MA	A	M	M	A	B	A	S	S	M	M
<b>Criter/ C Encargo</b>	S	S	S	A	S	M	S	A	A	B	S	M	A	S	A	M	A
<b>Criter/ C Proy</b>	M	M	A	A	MA	A	A	MA	A	M	MA	A	A	A	A	M	MA
<b>Criter/ C Mater</b>	MA	A	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
<b>Criter/ C Ejec</b>	MA	A	MA	A	MA	A	A	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
<b>Criter/ P Servicio</b>	A	A	A	MA	MA	A	MA	MA	A	MA	MA	A	M	A	MA	MA	MA
<b>Criter/ C Entrega</b>	A	B	M	MA	A	M	B	MA	M	B	S	MA	A	A	S	M	S
<b>Criter/ A Técnica</b>	M	S	MA	S	MA	A	A	A	A	MA	MA	M	A	A	S	S	MA
<b>Retroa/ C Encargo</b>	MA	A	A	A	MA	S	B	M	A	M	M	M	M	A	M	M	MA
<b>Retroa/ C Proy</b>	B	MA	MA	A	MA	S	A	MA	A	M	MA	A	M	MA	M	M	MA
<b>Retroa/ C Mater</b>	A	M	A	A	M	A	A	MA	A	M	S	A	A	MA	A	M	MA
<b>Retroa/ C Ejec</b>	B	MA	MA	A	MA	M	A	MA	MA	M	MA	A	MA	MA	MA	M	MA
<b>Retroa/ P Servicio</b>	M	M	A	A	M	M	A	MA	MA	M	MA	M	M	MA	A	A	MA
<b>Retroa/ C Entrega</b>	M	M	MA	A	M	M	S	A	A	B	MA	MA	A	MA	S	MA	MA
<b>Retroa/ A Técnica</b>	M	MA	A	S	MA	A	A	A	A	MA	MA	A	A	MA	M	A	MA

	Expertos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Vulner/ C Encargo</b>	M	MB	M	B	S	S	B	A	A	B	S	S	A	S	A	S	S
<b>Vulner/ C Proy</b>	A	A	MA	M	MA	B	M	MA	MA	M	M	M	A	MA	MA	S	M
<b>Vulner/ C Mater</b>	M	M	A	A	A	A	B	A	A	MA	A	A	A	MA	MA	M	MA
<b>Vulner/ C Ejec</b>	B	M	MA	A	MA	M	B	MA	MA	MA	A	A	A	MA	MA	MA	MA
<b>Vulner/ P Servicio</b>	B	A	A	A	A	A	M	MA	MA	MA	A	S	A	A	MA	MA	MA
<b>Vulner/ C Entrega</b>	M	A	M	M	A	A	B	A	A	B	S	A	A	A	M	MA	S
<b>Vulner/ A Técnica</b>	B	M	A	M	A	S	M	A	A	MA	M	M	A	A	A	MA	MA
<b>Indep/ C Encargo</b>	M	MA	MA	A	MA	S	M	M	MA	B	S	MB	MA	MA	MA	A	MA
<b>Indep/ C Proy</b>	MA	MA	MA	MA	MA	S	A	MA	B	A	A	A	A	A	MA	MA	MA
<b>Indep/ C Mater</b>	MA	MA	A	MA	MA	A	A	MA	B	A	A	A	A	MA	MA	A	MA
<b>Indep/ C Ejec</b>	A	MA	A	MA	MA	A	A	MA	B	A	A	A	A	A	A	MA	MA
<b>Indep/ P Servicio</b>	A	MA	A	MA	MA	A	A	MA	B	A	A	M	A	MA	MA	MA	MA
<b>Indep/ C Entrega</b>	A	MA	M	MA	MA	A	S	MA	B	B	S	A	A	MA	B	M	MA
<b>Indep/ A Técnica</b>	A	MA	M	M	MA	A	A	MA	B	A	A	B	A	MA	S	M	MA
<b>Motiv/ C Encargo</b>	MA	MA	M	MA	MA	S	M	A	A	B	S	M	A	MA	A	M	MA
<b>Motiv/ C Proy</b>	MA	MA	A	MA	A	S	M	MA	A	B	A	A	A	MA	A	M	MA
<b>Motiv/ C Mater</b>	MA	M	A	MA	M	A	M	MA	A	B	A	A	A	A	A	A	MA
<b>Motiv/ C Ejec</b>	A	A	A	MA	MA	A	B	MA	A	B	A	A	A	MA	A	A	MA
<b>Motiv/ P Servicio</b>	A	M	A	MA	M	A	M	MA	A	B	A	A	A	MA	MA	A	MA
<b>Motiv/ C Entrega</b>	A	M	A	MA	A	A	B	A	A	B	MA	A	A	MA	B	MA	MA
<b>Motiv/ A Técnica</b>	MA	MA	A	M	MA	A	B	A	A	B	A	M	A	A	S	MA	MA

Tabla 7/32. Resultados completos a la ponderación de Factores/Funciones

### 7.3.5 Segunda Consulta a expertos. Modelado Difuso

El desarrollo con lógica difusa de los 49 items que forman el **segundo cuestionario es paralelo al seguido en el primero de ellos**, distribuyéndose en las mismas etapas de Diseño, Ajuste, Verificación y Síntesis, por lo que no procede de nuevo su descripción.

Únicamente en la fase de diseño de variables lingüísticas existe alguna diferencia al registrar la escala definida para esta segunda ronda, añadiéndose la etiqueta residual “Sin relación Significativa” con un pequeño ajuste de las demás.

La representación borrosa de estas variables queda ahora según se expresa en la tabla 7/33 y en la figura 7/36.

Valor lingüístico	S/Relac Signific (S)	Muy Bajo (MB)	Bajo (B)	Medio (M)	Alto (A)	Muy Alto (MA)
Número difuso triangular	(0;0;1)	(0;2;4)	(2;4;5)	(4;6;8)	(7;8;10)	(8;10;10)

Tabla 7/33. 2º Cuestionario: Números difusos triangulares asociados a las variables lingüísticas

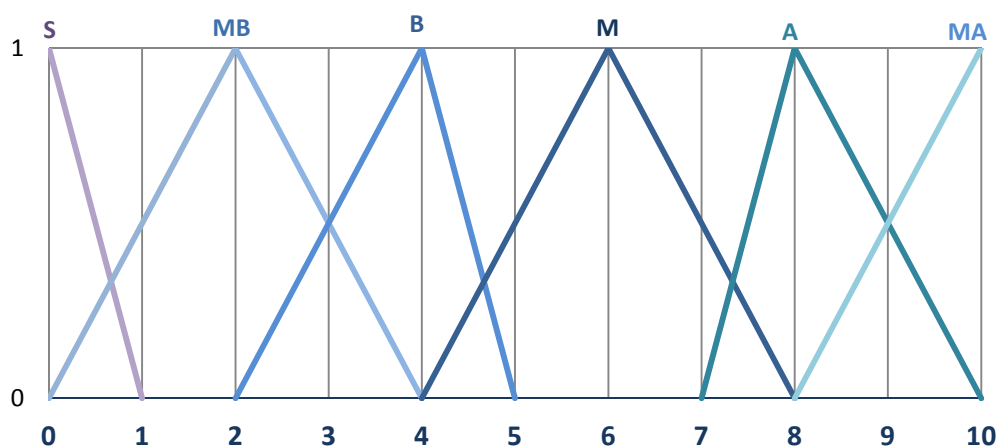


Fig. 7/36. 2º Cuestionario: Gráfica de las funciones de pertenencia difusas triangulares asociadas a las etiquetas lingüísticas



Como ilustración de esta fase del modelado difuso incluimos en la figura 7/37 la ventana de edición en el programa de la base de reglas del 2º cuestionario.

The screenshot shows the 'Rulebase Edition' window in Xfuzzy. It has a 'Name' field set to 'rules' and an 'Operatorset' dropdown set to 'o'. On the left, there are two lists: 'Input variables' (m1 to m17) and 'Output variables' (s). The main area displays a table of 30 rules. Each rule has a 'Rule' number, a 'Premise' condition, and a 'Conclusion'.

Rule	Premise	Conclusion
0	1.0 if (m1 == mf0 & m2 == mf0 & m3 == mf0 & m4 == ...)	-> s = mf26
1	1.0 if (m1 == mf0 & m2 == mf2 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf60
2	1.0 if (m1 == mf4 & m2 == mf5 & m3 == mf3 & m4 == ...)	-> s = mf107
3	1.0 if (m1 == mf5 & m2 == mf4 & m3 == mf3 & m4 == ...)	-> s = mf109
4	1.0 if (m1 == mf3 & m2 == mf4 & m3 == mf3 & m4 == ...)	-> s = mf101
5	1.0 if (m1 == mf0 & m2 == mf4 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf59
6	1.0 if (m1 == mf0 & m2 == mf0 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf48
7	1.0 if (m1 == mf0 & m2 == mf0 & m3 == mf5 & m4 == ...)	-> s = mf65
8	1.0 if (m1 == mf3 & m2 == mf4 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf89
9	1.0 if (m1 == mf3 & m2 == mf5 & m3 == mf3 & m4 == ...)	-> s = mf92
10	1.0 if (m1 == mf0 & m2 == mf0 & m3 == mf0 & m4 == ...)	-> s = mf0
11	1.0 if (m1 == mf1 & m2 == mf1 & m3 == mf1 & m4 == ...)	-> s = mf29
12	1.0 if (m1 == mf2 & m2 == mf2 & m3 == mf2 & m4 == ...)	-> s = mf49
13	1.0 if (m1 == mf3 & m2 == mf3 & m3 == mf3 & m4 == ...)	-> s = mf69
14	1.0 if (m1 == mf4 & m2 == mf4 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf99
15	1.0 if (m1 == mf5 & m2 == mf5 & m3 == mf5 & m4 == ...)	-> s = mf119
16	1.0 if (m1 == mf4 & m2 == mf5 & m3 == mf5 & m4 == ...)	-> s = mf103
17	1.0 if (m1 == mf4 & m2 == mf4 & m3 == mf3 & m4 == ...)	-> s = mf83
18	1.0 if (m1 == mf2 & m2 == mf0 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf52
19	1.0 if (m1 == mf1 & m2 == mf1 & m3 == mf5 & m4 == ...)	-> s = mf65
20	1.0 if (m1 == mf0 & m2 == mf0 & m3 == mf0 & m4 == ...)	-> s = mf48
21	1.0 if (m1 == mf3 & m2 == mf3 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf95
22	1.0 if (m1 == mf5 & m2 == mf4 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf117
23	1.0 if (m1 == mf5 & m2 == mf4 & m3 == mf5 & m4 == ...)	-> s = mf112
24	1.0 if (m1 == mf4 & m2 == mf4 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf106
25	1.0 if (m1 == mf4 & m2 == mf2 & m3 == mf3 & m4 == ...)	-> s = mf68
26	1.0 if (m1 == mf3 & m2 == mf0 & m3 == mf5 & m4 == ...)	-> s = mf77
27	1.0 if (m1 == mf5 & m2 == mf4 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf82
28	1.0 if (m1 == mf2 & m2 == mf5 & m3 == mf5 & m4 == ...)	-> s = mf91
29	1.0 if (m1 == mf4 & m2 == mf3 & m3 == mf4 & m4 == ...)	-> s = mf87
30	1.0 if (m1 == mf3 & m2 == mf5 & m3 == mf5 & m4 == ...)	-> s = mf102

At the bottom, there is a toolbar with logical operators (&, !, ~, ==, <=, <, ~, ->, >..<), arithmetic operators (|, %, +, !=, >=, >, +=, %=), and buttons for 'Variable' and 'M.F.'. At the very bottom are 'Ok', 'Apply', 'Reload', and 'Cancel' buttons.

Fig. 7/37. Xfuzzy: Ventana de edición de bases de reglas del 2º cuestionario.

Los resultados obtenidos tras el modelado difuso de la segunda consulta, que integran también los alcanzados en la primera vuelta, conforman la base central del Modelo que detallamos en el siguiente apartado.

## 7.4 Bases del Modelo

Tras el proceso metodológico seguido se obtienen las **bases centrales del Modelo**, las cuales se han sido estructurando en una matriz de conceptos y datos que muestra ahora el aspecto recogido en la Tabla 7/34.

		Funciones							Valor. Factores(1- 10)	Valor. Factores (%)	Orden de importancia
		C. del encargo	C. del proyecto	C. de materiales	C. de ejecución	P. de servicio	C. entrega y posv.	Asistencia T.			
Factores	Muestreo	2,2	5,0	9,0	9,2	8,5	5,0	4,0	8.8	15.3	2º
	Coordinación etapas	5,5	7,5	7,7	8,6	7,0	4,4	5,5	7.8	13.5	3º
	Criterios A/R	4,0	8,0	9,8	9,4	8,9	5,7	6,5	8.9	15.5	1º
	Retroalimentación	6,9	7,6	7,3	8,6	7,9	7,0	7,9	7.8	13.5	3º
	Vulnerabilidad	3,4	7,4	7,8	8,3	7,8	6,1	7,0	7.7	13.4	4º
	Independencia	7,1	8,3	8,6	8,3	8,5	6,8	7,2	8.9	15.5	1º
	Motivación	7,0	7,7	7,8	7,9	8,0	7,6	7,3	7.7	13.4	4º

Tabla 7/34. Matriz Central del Modelo

A partir de este conjunto de información y valores coordinados debemos plantear el Modelo cuantitativo interpretable que sirva de referencia en la organización y gestión del control para cualquier actuación del mismo en una edificación de nueva planta.

Dicha **propuesta** derivada y sus argumentos de **viabilidad** se concretan, a modo de resultados del Modelo, en el **capítulo siguiente**.



## **8. PROPUESTA Y VIABILIDAD DEL MODELO.-**

## 8 PROPUESTA Y VIABILIDAD DEL MODELO

Los resultados de nuestra investigación se plasman en el **Modelo de Gestión del Control de Calidad en Edificación** al que hemos denominado abreviadamente **M153** (haciendo referencia al significativo número de expedientes utilizados en el proceso de trabajo).

Es una propuesta fruto de la metodología desarrollada, que se fundamenta en tres pilares esenciales:

- Selección de **Factores condicionantes** del control a través de fuentes especializadas.
- Determinación de **las Funciones** del control de calidad mediante el análisis de los 153 expedientes reales, antes citados.
- Ponderación de los parámetros anteriores por un conjunto de expertos mediante la **técnica Delphi** y valoración de resultados a través de las **herramientas Fuzzy-QFD**.

Obtenemos así el mapa de Control de Calidad con la máxima eficiencia posible a partir de los medios existentes. Sus resultados se presentan de la siguiente forma:

- **Una Matriz final** del Modelo optimo de gestión del control.
- **Una Aplicación comparativa** del Modelo a otras actuaciones.

## 8.1 Matriz Final del Modelo M153

La consulta al grupo de expertos y el análisis posterior de resultados con lógica difusa nos ha permitido conformar la Matriz Central del Modelo (tabla 7/34 capítulo anterior), donde tenemos el peso final de cada uno de los factores y la relación entre éstos y las funciones.

A partir de esta valoración óptima de factores y funciones **realizamos una evaluación final que culmina la construcción del modelo.**

Este colofón en la obtención de resultados de nuestra investigación nos remite de nuevo a la teoría expuesta en el apartado 6.2.1 para la técnica QFD, donde el proceso concluye con un conjunto de operaciones matemáticas sencillas que aplicamos ahora a nuestra matriz.

Para evaluar cada una de las funciones del control, representadas en columnas, se procede al sumatorio de los productos que se forman al multiplicar las diferentes valoraciones absolutas de los factores por las obtenidas de la relación factor/función. Lo aclaramos realizando **un caso como ejemplo.**

En primer lugar vamos a considerar la columna de la función “control del encargo”, que va a operar con la columna formada por la valoración de factores, las cuales destacamos en la siguiente representación de la matriz:

		Funciones									
		C. del encargo	C. del proyecto	C. de materiales	C. de ejecución	P. de servicio	C. entrega y posv.	Asistencia T.	Valor. Factores(1-10)	Valor. Factores (%)	Orden de importancia
Factores	Muestreo	2,2	5,0	9,0	9,2	8,5	5,0	4,0	8.8	15.3	2º
	Coordinación etapas	5,5	7,5	7,7	8,6	7,0	4,4	5,5	7.8	13.5	3º
	Criterios A/R	4,0	8,0	9,8	9,4	8,9	5,7	6,5	8.9	15.5	1º
	Retroalimentación	6,9	7,6	7,3	8,6	7,9	7,0	7,9	7.8	13.5	3º
	Vulnerabilidad	3,4	7,4	7,8	8,3	7,8	6,1	7,0	7.7	13.4	4º
	Independencia	7,1	8,3	8,6	8,3	8,5	6,8	7,2	8.9	15.5	1º
	Motivación	7,0	7,7	7,8	7,9	8,0	7,6	7,3	7.7	13.4	4º



A continuación multiplicamos la valoración del factor ubicado en la primera fila “Muestreo” **(8,8)** por la relación del mismo factor con la función ubicada en la primera columna, “Control del Encargo” **(2,2)**; el resultado lo sumamos ahora al producto de la valoración del factor de la segunda fila “Coordinación etapas” por su relación del mismo con la función anterior **(7,8 x 5,5)**, según aparece en la siguiente ilustración con las columnas implicadas:

	C. del encargo	Valor. Factores(1 - 10)		C. del encargo	Valor. Factores(1 - 10)	
Muestreo	2.2	8.8	+	Muestreo	2.2	8.8
Coordinación etapas	5.5	7.8		Coordinación etapas	5.5	7.8
Criterios A/R	4.0	8.9		Criterios A/R	4.0	8.9
Retroalimentación	6.9	7.8		Retroalimentación	6.9	7.8
Vulnerabilidad	3.4	7.7		Vulnerabilidad	3.4	7.7
Independencia	7.1	8.9		Independencia	7.1	8.9
Motivación	7.0	7.7		Motivación	7.0	7.7

Repitiendo las operaciones para el resto de filas (factores) de forma sucesiva, obtenemos la evaluación de la función citada mediante el sumatorio:

$$8,8 \times 2,2 + 7,8 \times 5,5 + 8,9 \times 4,0 + 7,8 \times 6,9 + 7,7 \times 3,4 + 8,9 \times 7,1 + 7,7 \times 7,0 = 295,0$$

La cifra resultante (295,0) constituye la calificación obtenida por el control del encargo contando con todo su potencial para salvar los condicionantes impuestos por los factores. Estamos por tanto ante la máxima aportación de esta función en el conjunto del control y en consecuencia es el límite de referencia dentro del modelo de gestión.

Dicho valor se une a la matriz en su parte inferior:

Factores		C. del encargo	Valor. Factores(1 - 10)
	Muestreo	2,2	8.8
	Coordinación etapas	5,5	7.8
	Criterios A/R	4,0	8.9
	Retroalimentación	6,9	7.8
	Vulnerabilidad	3,4	7.7
	Independencia	7,1	8.9
	Motivación	7,0	7.7
<b>Evaluación Final (absoluta)</b>		<b>295.0</b>	

Realizando esta valoración a todo el conjunto de funciones configuramos la distribución óptima para una **gestión eficiente del control**, uno de los objetivos esenciales de nuestro modelo.

Con la incorporación de estas evaluaciones finales, expresadas de forma absoluta y relativa, podemos construir **la Matriz Final del Modelo**, tal como se recoge en la siguiente página (**Tabla 8/01**).



Factores	Funciones							Valor. Factores (1- 10)	Valor. Factores (%)	Orden de importancia	
	Control del encargo	Control del proyecto	Control de materiales	Control de ejecución	Pruebas de servicio	C. de entrega y posventa	Asistencia Técnica				
	Muestreo	2,2	5,0	9,0	9,2	8,5	5,0	4,0	8,8	15.3	2º
	Coordinación etapas	5,5	7,5	7,7	8,6	7,0	4,4	5,5	7,8	13.5	3º
	Criterios A/R	4,0	8,0	9,8	9,4	8,9	5,7	6,5	8,9	15.5	1º
	Retroalimentación	6,9	7,6	7,3	8,6	7,9	7,0	7,9	7,8	13.5	3º
	Vulnerabilidad	3,4	7,4	7,8	8,3	7,8	6,1	7,0	7,7	13.4	4º
	Independencia	7,1	8,3	8,6	8,3	8,5	6,8	7,2	8,9	15.5	1º
	Motivación	7,0	7,7	7,8	7,9	8,0	7,6	7,3	7,7	13.4	4º
Evaluación Final (absoluta)		295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8			
Evaluación Final (%)		10	15	17	17	16	12	13			
Orden de importancia		7º	4º	2º	1º	3º	6º	5º			

Tabla 8/01. Matriz final del modelo

Como puede contrastarse en esta matriz ordenada de valores, la Gestión del Control que propone nuestro Modelo otorga **un reparto de pesos equilibrado** entre todas las funciones operativas dispuestas. La distancia entre los extremos de la evaluación final se sitúa en sólo 7 puntos porcentuales sobre el total calificado, siendo además el reparto muy escalonado. Debiendo considerarse además que es lógico obtener una mayor valoración de las funciones de control más arraigadas (control de ejecución, control de materiales y pruebas de funcionamiento), las cuales han demostrado sobradamente sus potenciales desde hace décadas. En cambio los límites inferiores de la evaluación (correspondientes al control de posventa y al control del encargo) son poco frecuentes en las actuaciones de las organizaciones de control, por lo que es razonable un cierto recelo fruto de su menor rodaje.

Lo anterior nos permite afirmar que **todas las funciones operativas del control cobran en el Modelo M153 una relevancia notable de cara a la Gestión Eficiente.**

De otra parte, no es desdeñable **la información sobre capacidades** que aportan los diferentes sumandos que operan en la evaluación de una función, los cuales representan el producto de sus diferentes valoraciones, tal como se ha detallado con anterioridad. El mejor ejemplo lo encontramos al fijarnos en la influencia decisiva del factor “Criterios de aceptación/rechazo” en la función “Control de Materiales” (aquí la valoración factor es la más elevada entre éstos, 8.9, y se multiplica por la relación de ambos, también máxima, 9.8). Ello indica que un control de materiales con deficientes criterios de aceptación se encontrará algo más marcado para lograr los objetivos que si las deficiencias se detectan en la retroalimentación o en la coordinación entre etapas (los menos valorados para este tipo de control).

Haciendo extensivo esta lectura de funciones y factores se nos ofrecen **otras interpretaciones muy interesantes**. Es el caso de la función “Control del Encargo” donde la mayor valoración la obtiene el factor “Independencia”, en clara alusión a la necesidad de una actuación especialmente separada de los agentes intervinientes (muy lógico si pensamos que esta actividad guarda relación con todos ellos). La Asistencia Técnica ofrece asimismo cifras elevadas en su vinculación con el factor “Independencia” y también en el de “Retroalimentación”, marcando la esencia de esta tarea cuya base es, sin duda, la experiencia y conocimiento externo de la materia a asesorar.

En cualquier caso nuestro trabajo define la relación de la funciones con los factores genéricos definidos, siendo tarea de una futura línea de investigación pormenorizar esas repercusiones, determinando el peso de las diferentes partes integrantes de dichos factores titulares.

## 8.2 Aplicación comparativa del Modelo M153

La utilidad de este procedimiento de aplicación del Modelo estriba en la posibilidad de valorar cualquier propuesta de control de calidad en edificación mediante una **comparativa de prestaciones** aportadas. Una vez que la investigación nos ha ofrecido la evaluación final de las funciones de referencia implicadas, estos valores pueden ser contrastados con la estimación de peso que cada una de esas funciones tiene en un caso concreto.

Para ello se debe conocer previamente el alcance y contenidos completos de las actuaciones llevadas a cabo en el edificio cuyo control pretendemos valorar. Entonces un experto o grupo de expertos tiene que realizar un análisis para calificar en ese caso cada una de las funciones del control que el Modelo M153 define, de forma que se cuantifique su eficacia en la promoción concreta estudiada.

Para ilustrar el procedimiento exponemos a continuación **la comparativa de uno los expedientes representativos de los 153 estudiados**, sometido al examen pormenorizado expuesto en el apartado 7.2.2. Se trata del expediente nº 8 correspondiente a un proyecto de 46 viviendas en Sevilla.

En este ejemplo, como en las demás comparativas que realizaremos más adelante, los integrantes de la investigación hemos otorgado una puntuación (de 1 a 10) para cada una las siete funciones del control, obteniéndose una media aritmética que se refleja ahora en el siguiente cuadro:

Funciones						
Control del encargo	Control del proyecto	Control de materiales	Control de ejecución	Pruebas de servicio	C. de entrega y posventa	Asistencia Técnica

### Caso estudiado

Puntuación media (1-10)	0	6,3	7,5	8	5	1,3	5,6
-------------------------	---	-----	-----	---	---	-----	-----

De esta forma tenemos la cuantificación de capacidades en cuanto a gestión del control de calidad para el expediente elegido. Estas cifras son las que deben confrontarse con las del Modelo M153.

Dado que la evaluación final del Modelo está calculada mediante el método QFD, las magnitudes a comparar no tienen una escala precisa. Debemos hacer una equivalencia entre la media de puntuación obtenida en el caso estudiado con la escala del Modelo, es decir, se debe plantear una simple regla de tres. De tal forma en la función “Control de materiales”, si se obtiene una calificación de 10 puntos sería equivalente al mismo valor de evaluación final del Modelo para esa actividad (fijado en 480,1); una puntuación de 5 para el expediente estudiado se convertiría en un valor comparativo igual a la mitad del anterior (240) y así proporcionalmente en todos los apartados.

El resultado comparativo, para el ejemplo expresado antes, quedaría como sigue:

Funciones						
Control del encargo	Control del proyecto	Control de materiales	Control de ejecución	Pruebas de servicio	C. de entrega y posventa	Asistencia Técnica

### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

### Caso estudiado

Puntuación media (1-10)	5,7	9,3	8,3	8,8	8,5	6,5	8,7
Puntuación equivalente	167,2	394,9	400,1	439,4	397,4	227,3	322,2

Para hacer operativa la comparación, podemos trabajar con un solo parámetro de referencia. Al no tratarse de variables vinculadas, sería dificultoso utilizar modelos de regresión lineales, por lo que simplificamos esta parte del cálculo y utilizamos como coeficiente la proporción entre el sumatorio de puntuaciones absolutas totales. Obtenemos así **un índice comparativo único**, que habría que analizar de forma más detallada para concretar rasgos particulares, pero que es útil e intuitivo para el contraste global que pretendemos.

De tal modo en el ejemplo que seguimos, la correlación con el Modelo de la Tesis nos arroja la valoración reflejada en la siguiente tabla:

Funciones								Sumatorio
Control del encargo	Control del proyecto	Control de materiales	Control de ejecución	Pruebas de servicio	C. de entrega y posventa	Asistencia Técnica		
<b>Modelo M153</b>								
Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8	2884,6
<b>Caso estudiado</b>								
Puntuación (1-10)	167,2	394,9	400,1	439,4	397,4	227,3	322,2	2348,4
Proporción entre ambos : 2348,4 / 2884,6 = 0,81								

**Tabla 8/02. Ejemplo del procedimiento de correlación**

El coeficiente de proporción usado puede variar entre 0 y 1 (una correlación perfecta corresponde con un coeficiente igual a 1, mientras que un coeficiente 0 indica correlación nula, existiendo una relación progresiva para los valores situados entre ambos límites).

En este caso el rango de valores del cociente elegido guarda un paralelismo con los resultados obtenidos en determinados coeficientes de correlación lineales, como el de Pearson, por lo que nos apoyamos en estas técnicas para llevar a cabo una calificación e interpretación de las cifras obtenidas.

Nos basamos en las propuestas realizadas por diversos autores<sup>1</sup> en esta materia para confeccionar una propuesta adaptada que se representa en la tabla 8/03.

<sup>1</sup> Nos referimos a las referencias: Hernández Sampieri, R. (et al.). 2003. Metodología de la Investigación, y Bisquerra Alzina, R. 1989. Introducción conceptual al análisis multivariable.

Coeficiente de Correlación (r)	Escala Interpretativa
$R = 0$	Correlación nula
$0 < r \leq 0,2$	Correlación muy baja
$0,2 < r \leq 0,4$	Correlación baja
$0,4 < r \leq 0,6$	Correlación media
$0,6 < r \leq 0,8$	Correlación alta
$0,8 < r < 1$	Correlación muy alta
$r = 1$	Correlación perfecta

Tabla 8/03. Escala del coeficiente de correlación

En el expediente anterior, utilizado como ejemplo ilustrativo, el coeficiente proporcional utilizado podría calificarse como **“Correlación Muy Alta”**.

### 8.2.1 Resultados de la comparativa

Para sancionar el funcionamiento del modelo, valoramos el **grado de eficiencia** de las actuaciones de control de calidad en un **conjunto de edificios reales**. Dentro del análisis de los 153 expedientes llevado a cabo en el capítulo anterior (Etapa Analítica), hemos estudiado de manera especialmente detallada y pormenorizada una selección de 12 de ellos. Con este examen en profundidad hemos podido obtener un amplio conocimiento de dichas actuaciones de control, el cual sirve ahora para emitir un juicio valorativo.

Como acabamos de reflejar, los tres miembros del equipo de trabajo (directores y doctorando), emitimos una puntuación de cada función del control para los 12 expedientes. Las medias se comparan con el modelo mediante un coeficiente de correlación entre ambas series, valor que marca la referencia final del resultado.

Somos conocedores que la clasificación previa de alcance del control en los tres tipos establecidos (básico, ampliado y total) va a limitar el resultado de cada grupo, sobre todo en los dos primeros donde el control se ciñe a un número limitado de funciones, lo que justifica precisamente dicha agrupación. No obstante, dentro de cada uno de estos grupos de actuación, podemos valorar comparativamente los resultados obtenidos, pese a conocer su lógica distancia con el óptimo en determinados casos.

De cara a simplificar las tablas de resultados comparativos, hemos denominado las funciones de acuerdo al orden establecido, quedando tal como relacionamos:

**1ª Control del Encargo.**

**2ª Control de Proyecto.**

**3ª Control de Materiales.**

**4ª Control de Ejecución.**

**5ª Pruebas de servicio.**

**6ª Control de Entrega y Posventa.**

**7ª Asistencia Técnica.**

## Expedientes con Control Básico

### Expdte nº92: 108 Vdas. P. Aeropuerto. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	105,8	128,0	99,5	0,0	0,0	0,0
------------------------	-----	-------	-------	------	-----	-----	-----

Correlación obtenida: 0,13 (muy baja)

### Expdte nº100: Edif. Religioso. Distrito Sur. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	0,0	176,0	0,0	0,0	0,0	0,0
------------------------	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-----

Correlación obtenida: 0,06 (muy baja)

### Expdte nº102: 1 Vda. Villaverde del Rio. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	141,0	208,0	174,1	0,0	0,0	0,0
------------------------	-----	-------	-------	-------	-----	-----	-----

Correlación obtenida: 0,18 (muy baja)

### Expdte nº104: 21 Vdas. Coria del Rio. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	134,0	184,0	140,9	0,0	0,0	0,0
------------------------	-----	-------	-------	-------	-----	-----	-----

Correlación obtenida: 0,16 (muy baja)



## Expedientes con Control Ampliado

### Expdte n°59: 78 Vdas. Camas. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	148,1	344,1	207,3	303,9	0,0	0,0
------------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-----	-----

Correlación obtenida: 0,35 (baja)

### Expdte n°67: 11Vdas. Sector Su Eminencia. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	155,1	344,1	174,1	296,1	0,0	0,0
------------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-----	-----

Correlación obtenida: 0,34 (baja)

### Expdte n°93: Centro Educativo. Brenes. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	0,0	312,1	0,0	233,8	0,0	0,0
------------------------	-----	-----	-------	-----	-------	-----	-----

Correlación obtenida: 0,19 (muy baja)

### Expdte n°136: 1 Vda. Árbol Gordo. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	141,0	224,0	182,4	233,8	0,0	0,0
------------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-----	-----

Correlación obtenida: 0,27 (baja)

## Expedientes con Control Total

### Expdte nº8: 46 Vdas. Bda la Corza. Sevilla (\*)

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	167,2	394,9	400,1	439,4	397,4	227,3	322,2
------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Correlación obtenida: 0,81 (muy alta)

\* Ejemplo desarrollado en el texto

### Expdte nº49: Centro Educativo. Santiponce. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	126,9	352,1	431,1	381,8	221,5	266,5
------------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Correlación obtenida: 0,62 (alta)

### Expdte nº90: 37 Vdas. Bami-Su Eminencia. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	0,0	155,1	360,1	439,4	350,6	256,4	278,9
------------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Correlación obtenida: 0,64 (alta)

### Expdte nº118: 52 Vdas. Torreblanca. Sevilla

#### Funciones

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
----	----	----	----	----	----	----

#### Modelo M153

Evaluación Final	295,0	423,1	480,1	497,4	467,5	349,7	371,8
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### Caso estudiado

Puntuación equivalente	177,0	394,9	432,1	464,2	358,4	244,8	322,2
------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Correlación obtenida: 0,83 (muy alta)

Cada cuadro nos ofrece una comparativa clasificada con respecto al modelo, de donde se destacan algunas observaciones por grupos de control, resumidas en:

- **Control Básico:** Podemos comprobar que efectivamente los expedientes de esta tipología obtienen resultados comparativos muy distantes al modelo, con una clasificación muy homogénea ubicada siempre en el escalón “Muy baja”. Obviamente los planes de control son aquí de amplitud reducida (incluso existe un expediente donde sólo se realizan ensayos sobre los materiales de la estructura), lo cual hace que, pese a su cumplimiento mayoritario, no puedan alcanzarse determinadas cotas en las medidas de eficiencia.  
Esta situación se torna más señalada a medida que aumenta el volumen del edificio, pues no es lo mismo el alcance razonable del control en una vivienda unifamiliar que para un gran edificio plurifamiliar, por ejemplo.
- **Control Ampliado:** Los cuatro expedientes comparados en este grupo mejoran al anterior, pero se encuentran aún lejos del modelo, con clasificaciones que no llegan a alcanzar el nivel Medio de la escala que podría esperarse de su posición central de actividades. Se encuentran muy penalizados por la ausencia de determinadas funciones del control como la Asistencia Técnica o el Control de Posventa, inexistente en todos, y también por la actuación parcial en los controles de proyecto y ejecución.  
En el caso clasificado con correlación “Muy baja” se suma a lo anterior el no haber cubierto muchas de las previsiones, todo ello quizás influenciado por la contratación del control por el constructor.
- **Control Total:** Aquí la clasificación es “Muy Alta” en dos de los casos y “Alta” en los otros dos, penalizados estos últimos por la contratación de un Control parcial del Proyecto y ausencia de Control del Encargo.  
También aquí en el caso menos valorado (correlación 0,62) existen connotaciones de la contratación de los servicios por el constructor, lo que tiene su reflejo en la ponderación a la baja de algunas funciones.

Este contraste ofrece **un panorama muy acorde con lo analizado durante nuestra investigación**, pues sólo los edificios con actividades de control en todas las funciones propuestas poseen una similitud elevada con el Modelo. Se da la circunstancia que el expediente con mayor correlación (nº 118; 52 Vdas en Torreblanca, Sevilla. Coeficiente= 0,83) coincide con el contrato mejor valorado por los responsables de las entidades de Control participantes. También el caso de la calificación mínima corresponde con una tipología de actuación que todas las voces tildan de insuficiente.

En cuanto se suprimen o se reducen las funciones, la separación con el Modelo se hace considerable, como puede comprobarse al contrastar los expedientes de una mayor amplitud con el resto, llegándose al extremo en los controles de tipo básico donde se pone de manifiesto una escasa correlación.

Todo ello **avala la configuración del Modelo M153**, con una propuesta óptima que entendemos sancionada por los resultados comparativos reales, sin perjuicio de futuras aportaciones derivadas de trabajos para seguimiento de la modelización.



## **9. CONCLUSIONES.-**

## 9 CONCLUSIONES

La necesidad de mejora en la calidad global del edificio (considerando éste como un producto único o uniprodueto<sup>1</sup>) es materia en la que numerosos trabajos e investigaciones estamos prestando apoyo.

La preocupación actual sobre la sostenibilidad en las construcciones arquitectónicas, más allá de las lógicas atenciones al medioambiente y el consumo energético, debe soportarse en un marco de calidad excelente, que dote al edificio de una adecuada durabilidad de componentes y sistemas (con el consiguiente incremento de su vida útil), minimizando así el consumo de recursos derivados de la no calidad y aumentando al mismo tiempo la satisfacción de los usuarios.

A tenor de nuestros objetivos, entendemos suficientemente razonadas las propuestas que la presente Tesis plantea, las cuales se alinean en pro de la **gestión eficiente del control de calidad**, debiendo coadyuvar a la mejora de los procesos de control en edificación.

En concreto los resultados finales de nuestro trabajo pueden resumirse en las conclusiones que exponemos en los tres apartados subsiguientes.

### 9.1 Conclusiones principales

La Tesis concluye dando respuesta a los objetivos planteados, que de forma prioritaria se manifiestan a través de:

- A. Generación del Modelo,** denominado **M153**, que cuenta con base empírica a partir de 153 expedientes reales de control y la visión de un grupo de 17 expertos del sector de la edificación. Aplica también una metodología a partir de las técnicas Delphi, Fuzzy y QFD. Se conforma así como estándar óptimo en la gestión eficiente del control en edificación.
- B. Procedimiento Comparativo:** El modelo se completa con una aplicación para valorar comparativamente cualquier proceso de control en edificios de nueva planta, evaluando su eficacia global.

---

<sup>1</sup> La teoría uniprodueto para edificación ha sido desarrollada en diversas investigaciones del Catedrático Enrique Carvajal Salinas, plasmándose en publicaciones como: "Uniprodueto o multiprodueto" 1992. Aunque está centrada en costes de construcción, conceptualmente es extensiva a esta y otras aplicaciones.

## 9.2 Herramientas instrumentales desarrolladas

El modelo propuesto está soportado por un conjunto de fundamentos, obtenidos a partir de las herramientas desarrolladas para tal fin durante la investigación y que complementan a las conclusiones principales. Nos referimos a:

- A. Factores determinantes del control:** El pensamiento de las fuentes destacadas nos permitió elaborar un conjunto de factores condicionantes del control de calidad.  
Este mapa de factores decisivos proporciona una información esencial para el diseño y gestión del control en edificación.
- B. Funciones operativas del control:** El estudio de los expedientes de control ha derivado en la identificación y catalogación de las tipologías de control disponibles e introducidas en el entorno actual.  
Ello otorga al trabajo un carácter pragmático, al contar con unos parámetros de entrada reales que permiten situarse a nivel de mercado.
- C. Ponderación de factores y funciones por expertos:** El método Delphi ha permitido sancionar los factores y funciones así como obtener el peso de éstos mediante el criterio de un elenco multidisciplinar de expertos. El método se apoya así de nuevo en la realidad como base de su desarrollo.
- D. Cuantificación de valores mediante lógica difusa.** El empleo de análisis matemático mediante los principios avanzados de la lógica difusa, supone poder cuantificar con precisión los resultados de la consulta a expertos y acerca el modelo al razonamiento humano.
- E. Adecuación de la Matriz QFD:** La introducción de la herramienta QFD, normalizada y ampliamente probada, estructura de forma ordenada todas las entradas y valoraciones que operan en el modelo, dándoles un tratamiento que garantiza el enfoque eficiente de los resultados.  
Además, la matriz obtenida permite visualizar el esquema ideal de control de calidad eficiente.



## 9.3 Futuras Líneas

Somos conocedores de que hemos recorrido tan sólo los primeros pasos de un largo camino. El modelo planteado y sus prestaciones comparativas configuran un marco de análisis en la gestión del control de calidad para los procesos constructivos en edificaciones de nueva planta, detectando fortalezas y debilidades. En este sentido habríamos completado el primer paso “Definir y Planificar” de un supuesto círculo de Deming para tratamiento del control.

A partir de ahí nuestra propuesta abre un vasto campo de investigación encaminado a continuar con la mejora de la gestión del control de calidad y más específicamente a perfeccionar el modelo mediante adaptaciones a otras tipologías y contextos de la realidad constructiva, concretando aplicaciones del modelo y sancionando éstas a largo plazo para su corroboración definitiva, completando así el supuesto círculo.

Hemos establecido tres campos de investigación, sin perjuicio de nuevas iniciativas posteriores:

- Desarrollo de los ámbitos de aplicación.
- Desarrollo de figuras concretas de uso.
- Verificación de su utilización.

### Desarrollo de los ámbitos de aplicación

El modelo puede complementarse a través de su ajuste en nuevos marcos de aplicación que den continuidad a lo establecido. Hablamos en concreto de:

- ***Gestión integrada con otras facetas del proceso.***

La seguridad, los aspectos medioambientales o la gestión económica suelen tener amplias zonas coincidentes que pueden constituir una gran esfera común en la organización ordenada de sus actividades.

Como se ha detallado en la introducción a la Tesis, estas disciplinas figuran ya unidas en numerosos estudios, por lo que la aproximación a nuestra línea de trabajo debe presentar alta compatibilidad.

- ***Diferentes tipologías.***

La rehabilitación de edificios o las actuaciones de urbanización pueden adaptarse al modelo planteado, proyectando esquemas similares.

Es obvio que en las actuaciones singulares no es fácil aplicar un patrón, pero algunos programas de rehabilitación, como los de eficiencia energética, o las

intervenciones de urbanización de nueva planta son susceptibles de someterse a modelos de optimización.

- **Desglose de factores**

De cara a la puesta en valor del modelo como referente, se hace necesario perfeccionar el análisis de las diversas ramas que conforman cada uno de los factores, las cuales han quedado simplemente expuestas en la Tesis. La ampliación en el procedimiento comparativo hasta un mayor nivel de detalle (incluyendo la valoración desglosada todas estas piezas que integran los factores genéricos), nos dará un mecanismo más avanzado en el contraste con otras actuaciones y ofrecerá una mejor información para la toma posterior de decisiones.

Si estamos analizando una actuación de control de materiales, esta evolución nos permitiría conocer, por ejemplo, en qué grado han intervenido las diferentes vertientes del factor muestreo (tales como la utilización correcta de las técnicas estadísticas o la planificación temporal de la toma de muestras). En el caso del concepto genérico de motivación, éste engloba numerosos componentes, por lo que son muchas también las vertientes a indagar. Deberíamos saber, entre otros aspectos, cómo ha sido la formación o si han existido cauces adecuados de información, ya que ambos son estímulos en la respuesta de cada persona.

## **Desarrollo de figuras concretas de uso**

La incorporación del Modelo Eficiente de Control M153 a la realidad del sector es una de las facetas con un espacio de trabajo que entendemos más inmediato al desempeñado en la Tesis, cara a perfilar figuras prácticas de uso en el mercado. De ahí que hayamos profundizado algo más en esta propuesta.

Hemos esbozado **una posible aplicación** del control que responde a los esquemas óptimos que el modelo define. Se trata de una auditoría o certificación continua del proceso edificador, cuyos conceptos son ya tratados con diferente visión en otros estudios existentes, con los que debe alinearse la investigación complementaria que afiance esta aplicación.

- **Auditoría de edificio completo.**

El Modelo M153 desarrollado en la Tesis posee un conjunto de parámetros de entrada y salida, cuyo tratamiento metodológico les ha otorgado diferentes pesos.

Concretamente, en el mapa de aspectos predominantes se destacan los factores más valorados (independencia, criterios de aceptación y muestreo), lo que dibuja un modelo de control ejecutado principalmente con una visión ajena al proceso productivo, donde han de establecerse previamente unos requisitos a cumplir así como una planificación de las inspecciones suficiente y acorde con los elementos controlados. Por su parte el controlador debe atender todas sus actividades, dando una ligera prioridad a las más clásicas (control de materiales, ejecución y pruebas) pero necesariamente complementadas con una activa supervisión del proyecto y una asistencia técnica permanente, entre otras.

Todas estas características destacadas en el modelo perfilan una actividad del control que guarda bastante semejanza con las certificaciones de calidad de edificio completo, es decir, las realizadas sobre el edificio considerado de nuevo como un único producto. En la actualidad este tipo de distintivos están, a nivel internacional, en una fase de desarrollo aún incipiente, como dejan claro Ramírez y Serpell en su artículo al respecto<sup>2</sup> ya citado en los Marcos de Referencia de la Tesis (apdo. 4.2).

Estos autores realizan un análisis de los sistemas de certificación de calidad internacionales para edificios de viviendas. Si bien se hace patente una gran dispersión de metodologías y alcances entre las diversas marcas existentes, el texto destaca expresamente los tres factores que encabezan nuestro Modelo, antes citados, entre las características esenciales de la mayor parte de ellos, así como la necesidad de contar con funciones o actividades de control para todos los elementos que conforman la realidad constructiva del edificio, como también contempla el M153. Entre las principales carencias subrayan la ausencia de responsabilidad del certificador.

En nuestro trabajo, este tipo de verificación certificadora fue señalada como oportunidad a futuro en el análisis DAFO derivado del estudio de expedientes reales de control (apdo. 7.2.3).

Abundando en este tipo de distintivos, un caso de contraste lo representan las marcas de calidad denominadas “verdes”, o sea, las relacionadas con la eficiencia energética o sostenibilidad medioambiental del edificio completo. Aunque su objetivo sea parcial, muestran en común el hecho de evaluar al edificio durante su diseño, construcción y vida útil, lo que unido su mayor difusión en el sector nos sirve para trasladar buena parte de sus conclusiones a nuestra aplicación.

Existen numerosas publicaciones de este tipo de certificaciones “verdes”, donde destacamos el artículo publicado en la revista Building Research & Information

---

<sup>2</sup> Ramírez, V.; Serpell, A. 2012. Certificación de la calidad de viviendas en Chile: Análisis comparativo con sistemas internacionales.

por Goins y Moezzy<sup>3</sup> quienes ponen en valor las bondades de estas actuaciones y las relacionan con una mayor satisfacción de los usuarios en los aspectos verificados por la certificación, tales como las condiciones térmicas (en concreto se trata de edificios con sello de Calidad LEED<sup>4</sup>). Curiosamente uno de los expedientes estudiados en nuestro trabajo corresponde a un edificio con la citada certificación, encontrándose en el grupo de mayor control realizado.

También queremos resaltar las conclusiones de lo publicado por Mlecnik<sup>5</sup> en las que se hace hincapié en la necesidad de que las etiquetas auspiciadas por entidades privadas cuenten con reconocimiento de las administraciones públicas.

**En resumen** la figura que hemos apuntado estaría basada en un **control de calidad integral en el proceso edificatorio**, con un autocontrol por parte de los productores que sea sancionado mediante una completa auditoría o certificación de tercera parte. Debería contarse además con un reconocimiento oficial de los controladores y claras responsabilidades legales, de forma que exista plena garantía ante usuarios y participantes. A partir de aquí la investigación complementaria que proponemos debe profundizar en las diferentes vertientes de su desarrollo.

## Verificación de su utilización

Por último la investigación llevada a cabo tendría que culminar con una verificación real del modelo de gestión y sus aplicaciones, de forma que se sancione la aptitud de los mismos.

Se hace necesario un trabajo de **seguimiento y análisis a largo plazo** de las propuestas de gestión del modelo así como de las figuras que deben concretar su utilización, todo ello realizado en diferentes situaciones y tipologías constructivas, **antes, durante y tras la construcción del edificio**. Se detectarían y baremarían así los aciertos, aflorando también los puntos de mejora a implementar.

De tal manera nuestro modelo completaría, como hemos citado, todas las fases propuestas por el círculo de Deming para validar actuaciones, pudiendo ser aplicado con el aval de una trayectoria previa contrastada.

---

<sup>3</sup> Goins, J ; Moezzi, M. ; 2013. Linking occupant complaints to building performance.

<sup>4</sup> LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Una de las certificaciones de edificios sostenibles de mayor reconocimiento internacional, desarrollada por el organismo estadounidense U.S. Green Building Council (USGBC)

<sup>5</sup> Mlecnik, E. 2010. Innovation development for highly energy-efficient housing. Cap 10.



## **10. FUENTES.-**

## 10 FUENTES

### 10.1 Publicaciones

**AGUIRRE, C.; ANDRADE, M.;** *Análisis Descriptivo Sobre la Realidad de los Trabajadores de la Construcción: Desafío Social para la Empresa*. Revista de la construcción Vol. 4, nº 2. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2005.

**AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI);** *Manual of concrete inspection*. Ed. ACI. Michigan. EEUU. 2007.

**ANDRES CALLE, R.;** *Evaluación del desempeño: nuevos enfoques desde las teorías de Subconjuntos Difusos y de la Decisión Multi-criterio*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Valladolid. 2009.

**ARAGÓN FITERA, J.;** *Análisis estadístico de la patología de forjados de hormigón armado en la edificación gallega*. Tesis doctoral. E.T.S. Arquitectura. Universidad de la Coruña. 2011.

**ARENAS DE PABLO, J.J.; CALAVERA RUÍZ, J. (et al.);** *La calidad en la edificación*. Ed. Universidad de Santander. 1984.

**ASOCIACIÓN EMPRESARIAL DEL SEGURO (UNESPA);** *Actuación y reconocimiento de los organismos de control técnico (OCT) en el marco del seguro decenal de daños (SDD) en la edificación*. Ed. UNESPA. Madrid. 1999.

**ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD (AECC);** *Análisis de la situación actual del control de calidad de la construcción en España*. Ed. Comité de Construcción (AECC). Madrid. 1971.

**ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD (AEC);** *Calidad en construcción: las cosas claras*. Ed. AEC. 2001.

**ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD (AEC);** *QFD, Despliegue de la función calidad*. Ed. AEC. Madrid. 2007.

**BARBERÁ ORTEGA, E.; MARI BERNAT, A.; PEREPÉREZ VENTURA, B.; VILLEGAS CABREDO, L.;** *Informe sobre el control de calidad de la Construcción en España*. Ed. Infoprint S.L. Madrid. 2003.

**BARELLES VICENTE, E.; GARCÍA BALLESTER, L. V.; GIMÉNEZ IBÁÑEZ, R.; VALIENTE OCHOA, E.;** *Calidad en la Edificación y su Control*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. 2007.

**BARRIOS SEVILLA, J.; BARRIOS PADURA, A.; VALVERDE ESPINOSA, I.;** *La construcción con hormigón armado*. Ed. Serrano Villalba. Granada. 2009.

**BISQUERRA ALZINA, R.** *Introducción conceptual al análisis multivariable. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL y SPAD*. Ed. PPU S.A. Barcelona. 1989.

**BAUZÁ CASTELLÓ, J.D.;** *El plan de control de calidad de materiales*. Revista Aparejadores nº 57. Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. 2000.

**BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F.E.; GIACCHETTA G.;** *A fuzzy-QFD approach to supplier selection*. Journal of Purchasing & Supply Management 12, 14–27. Ed. Elsevier. Amsterdam. 2006.

**CABALLOL BARTOLOMÉ, D.;** *Metodología en la Evaluación de Riesgos en la Construcción*. Revista Informes de la Construcción, Vol 57, nº 497. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 2005.

**CALAVERA RUÍZ, J.;** *Aspectos humanos y psicológicos de la implantación del control de calidad en construcción*. Revista de Obras Públicas nº 3332 año 141. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. 1994.

**CALAVERA RUÍZ, J.;** *Calidad y Control*. Revista Ingeniería Civil nº 116, págs. 137-139. Ed. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX. Madrid. 1999.

**CALAVERA RUÍZ, J. (et al.);** *Ejecución y control de estructuras de hormigón*. Ed. Intemac. Madrid. 2004.

**CALAVERA RUÍZ, J. (et al.);** *Edificación*. Ed. Escuela de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. 2005.

**CALAVERA RUÍZ, J.;** *Proyectar y controlar proyectos*. Revista de Obras Públicas. nº 3346. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. 1995.

**CALAVERA RUÍZ, J.;** *Patología de Hormigón armado y pretensado*. Ed. INTEMAC. Madrid. 2005.

**CARVAJAL SALINAS, E.;** *Uniproducto o Multiproducto*. Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. 1992.



**CONRADI GALNARES, E.;** *Evaluación de la calidad actual de los proyectos de edificación. Propuesta de control mediante implantación de sistemas de gestión de la calidad.* Tesis Doctoral. E.T.S. de Arquitectura. Universidad de Sevilla. 2002.

**DEMING, W. E.;** *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis.* Ed. Díaz de Santos. Madrid. 1989.

**DEMING, W. E.;** *Out of the crisis.* Ed. MIT press. EEUU. 1986.

**DOMÍNGUEZ BLANCO, J.;** *Estudio de herramientas de gestión de la innovación para su aplicación en empresas innovadoras.* Proyecto Fin de Máster. Máster en organización Industrial y gestión de empresas. Universidad de Sevilla. 2008.

**ENTIDAD NACIONAL DE ACREDITACIÓN (ENAC);** *Dossier institucional.* Ed. ENAC. Madrid. 2015.

**EPPEN, G.D.;** *Investigación de operaciones de la ciencia administrativa.* Ed. Prentice-Hall. México. 2000.

**ESPINO PÉREZ, M. U.;** *Desarrollo de un modelo de gestión de riesgos según la norma ISO 31000 para el tratamiento de reclamaciones en edificación.* Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. 2014.

**FACUA-CONSUMIDORES EN ACCIÓN;** *Vivienda. Las irregularidades más denunciadas por los compradores.* Revista Consumerismo, nº 112. Ed. FACUA. Sevilla. 2005.

**FERNÁNDEZ MARTÍN, R.;** *Principios y técnicas de la calidad y su gestión en edificación.* Ed. Universidad Politécnica de Madrid. 2010.

**FUNDACION MUSAAT;** *Análisis estadístico nacional sobre patologías en edificación.* Ed. Fundación MUSAAT. 2013.

**GALGANO, A.;** *Calidad Total.* Ed. Díaz de Santos. Madrid. 1993.

**GARCÍA MESEGUER, A.;** *Actuaciones para mejorar la calidad y la seguridad de los edificios.* Informes de la Construcción, Vol 32, nº 317. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). 1980.

**GARCÍA MESEGUER, A.;** *Control de calidad en construcción.* Ed. ANCOP. Madrid. 1989.

**GARCÍA MESEGUER, A.;** *Fundamentos de calidad en construcción.* Ed: Fundación cultural del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. Sevilla. 2001.

**GARCÍA MESEGUER, A.;** *Garantía de calidad en construcción*. Ed. ANCOP. Madrid. 1989.

**GARCÍA MESEGUER, A.;** *Hormigón Armado 1. Materiales. Ejecución, Control. Patología*. Ed. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)/ Fundación Escuela de la Edificación. Madrid. 1997.

**GARCÍA MESEGUER, A.;** *Panorama español actual del control de calidad en España*. Ponencia al I Congreso Nacional de la Calidad. Revista Informes de la Construcción vol.25, nº 241. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 1972.

**GARCÍA MESEGUER, A.;** *Para una teoría de la calidad en construcción*. Revista Informes de la Construcción. Vol. 34, nº 348. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 1983.

**GARCIA-LAPRESTA, J.L.;** *Favoring consensus and penalizing disagreement in group decision making*. Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics 12, 416–421. Ed. Elsevier. Amsterdam. 2008.

**GARRIDO HERNÁNDEZ, A.;** *El libro del Director de la Ejecución de la Obra*. Ed. Leynfor Siglo XXI. Madrid. 2004.

**GARRIDO HERNÁNDEZ, A.;** **ORTEGA, A.;** **RODRÍGUEZ, F.;** **MONTERO FERNÁNDEZ DE BOBADILLA, E.;** *¿Hacia dónde va la Calidad en la Edificación?* Revista Cercha nº 110. Ed. Consejo general de la Arquitectura Técnica de España. Madrid. 2011.

**GARRIDO HERNÁNDEZ, A.;** **MONTERO FERNÁNDEZ DE BOBADILLA, E.;** *Gestión de la calidad en la arquitectura técnica. La nueva forma de ejercer la profesión*. Ed. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. Madrid. 2008.

**GARRIDO HERNÁNDEZ, A.;** *Aseguramiento de la Calidad en Construcción*. Ed. Instituciones Colegiales para Calidad en la Edificación (ICCE). Madrid. 1995.

**GARRIDO HERNÁNDEZ, A.;** *Calidad en la edificación. Estado del arte*. Ponencia presentada a la IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica (CONTART). Valladolid. 2006.

**GARRIDO HERNÁNDEZ, A.;** *Ingeniería de Edificación, un título y un tiempo nuevos*. Ponencia Magistral de la V Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica (CONTART). Albacete. 2009.

**GOBIERNO VASCO, DEPARTAMENTO DE EMPLEO Y POLÍTICAS SOCIALES;** *Guía de pruebas de Servicio*. Programa Eraikal. Vitoria. 2011.

**GOINS, J.; MOEZZI, M.;** *Linking occupant complaints to building performance*. Revista Building Research & Information 41, 361-372. Ed. Routledge. Reino Unido. 2013.

**GONZÁLEZ PONCE, E.; COLLADO MARTÍNEZ, C.;** *Control de Calidad en obras de Edificación*. Ed. Universidad Católica de Murcia. 2011.

**GRIMA CINTAS, P.; TORT-MARTORELL, J.;** *Técnicas para la gestión de calidad*. Ed. Díaz de Santos. Madrid. 1995.

**HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. (et al.);** *Metodología de la Investigación*. Ed. McGraw-Hill. México. 2003.

**HERRERO ACOSTA, R.; FONTALVO HERRERA, T.;** *Seis Sigma. Métodos estadísticos y sus aplicaciones*. Ed. Eumed. Barcelona. 2012.

**HERZBERG, F.;** *Una vez más: ¿Cómo motivar a sus empleados?* Ed. Harvard business review. 1969.

**HERZBERG, F.; MAUSNER, B.; SNYDERMAN, B.;** *The motivation to work*. Ed. Transaction Publishers. New Yersey. 2010.

**HUETE FUERTES, R. (et al.);** *Protocolo de inspección técnica de edificaciones*. Ed. Colegio Oficial de Arquitectos de Sevilla. Fundación Fidas. 2005.

**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA;** *Recomendaciones Técnicas de Control. 1ª parte*. Cuadernos de Informes. Instituto Nacional para la Calidad de la Edificación (INCE). Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1981.

**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA;** *Recomendaciones Técnicas de Control. 2ª parte*. Cuadernos de Informes. Instituto Nacional para la Calidad de la Edificación (INCE). Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 1982.

**INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CATALUÑA (ITEC);** *Banco de criterios de control de calidad*. Ed. ITEC. Barcelona. 2014.

**INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CATALUÑA (ITEC);** *Control de Calidad*. Ed. ITEC y Consejo General de Colegios de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de España. Barcelona. 1995.

**ISHIKAWA, K.;** *Introducción al control de calidad*. Ed. Díaz de Santos. Madrid. 1994.

**ISHIKAWA, K.;** *Práctica de los círculos de control de calidad*. Ed. Price-Waterhouse. Madrid. 1989.

**JURAN, J. M.;** *Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos*. Ed. Díaz de Santos. Madrid. 1990.

**JURAN, J. M.;** *Juran y la planificación para la calidad*. Ed. Díaz de Santos. Madrid. 1990.

**JURAN, J. M.** (et al.); *Manual de Control de Calidad*. Ed. Reverté. Madrid. 2005.

**KRISHNANKUTTY, S.;** *Método de Mamdani de inferencia borrosa*. Proyecto fin de carrera. Universidad Politécnica de Madrid. 2008.

**KWONG, C.K.; BAI, H.;** *A fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in QFD*. Journal of Intelligent Manufacturing 13, 367-377. Ed. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 2002.

**LATORRE BADÍA, M.;** *“L`ITEC” El Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. España*. Revista Informes de la Construcción. Vol. 36, nº 364. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 1984.

**LOCKUAN, F.;** *La industria textil y su control de calidad*. Ed. Creative commons. Perú. 2012.

**LOZANO, G.** (et al.) (Grupo Libro Abierto); *La excelencia en edificación*. Conferencia de la IV Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica (CONTART). Valladolid. 2006.

**MACIAS BERNAL, J.M.; CALAMA RODRÍGUEZ, J.M.; CHAVEZ DE DIEGO, M.J.;** *Modelo de predicción de la vida útil de la edificación patrimonial a partir de la lógica difusa*. Revista Informes de la Construcción vol. 66, 533. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 2014.

**MACIAS BERNAL, J.M.;** *Modelo de predicción de la vida útil de un edificio: Una aplicación de la Lógica difusa*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 2012.

**MAMDANI, E.H.; ASSILIAN, S.;** *An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller*. International Journal of Man-Machine Studies. Ed. Elsevier. Amsterdam. 1975.

**MASLOW, A.;** *Motivación y personalidad*. Ed Díaz de Santos. España. 1991.

**MATOUSEK, M. ;** *Measures against errors in the building process*. Ed. Canada Institute for Scientific and Technical Information. 1983.

**MERCHÁN GABALDÓN, F.;** *Manual de control de calidad total en la construcción*. Ed. Dossat 2000. Madrid. 1997.

**MERCHÁN GABALDÓN, F.;** *Manual para la aplicación de la Ley de ordenación de la edificación.* Ed. Dossat 2000. Madrid. 2000.

**MERCHÁN GABALDÓN, F.;** *Manual para la dirección de obras.* Ed. Dossat 2000. Madrid. 2000.

**MERCHÁN GABALDÓN, F.;** *Manual para la dirección integrada de proyectos y obras.* Ed. Dossat 2000. Madrid. 1999.

**MIRANDA GONZÁLEZ, J.F.; CHAMORRO MERA, A.; RUBIO LACOB, S.;** *Introducción a la gestión de calidad.* Ed. Delta publicaciones universitarias. Madrid. 2007.

**MLECNIK, E.;** *Innovation development for highly energy-efficient housing.* Ed. Delft University of Technology. Netherlands. 2010.

**MONJO CARRIÓ, J.;** *Durabilidad vs Vulnerabilidad.* Revista Informes de la Construcción, vol. 59, nº 507. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 2007.

**MONTGOMERY, D.C.;** *Control estadístico de la calidad.* Ed. Limusa Wiley. México. 2004.

**MORENO VELO, F.J.;** *Un entorno de desarrollo para sistemas de inferencias complejos basados en la lógica difusa.* Tesis Doctoral. Ed. ETS ingeniería Informática. Universidad de Sevilla. 2003.

**MORENO-LUZÓN, M. D.; PERIS, F. J.; GONZÁLEZ, T.;** *Gestión de la Calidad y Diseño de Organizaciones. Teoría y estudio de casos.* Ed. Prentice-Hall. Alicante. 2001.

**NAVARRO ASTOR, E.;** *Determinantes de la satisfacción laboral de los profesionales técnicos de la edificación.* XIV Congreso de Ingeniería de Organización Donostia-San Sebastián. Septiembre. 2010.

**NAVARRO ASTOR, E.;** *Aportación al estudio de la satisfacción laboral de los profesionales técnicos del sector de la construcción: una aplicación cualitativa en la Comunidad Valenciana.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 2008.

**NAVARRO ASTOR, E.;** *Revisión de la Motivación de los Trabajadores de la Construcción: 1968-2008.* Revista de la Construcción, vol. 7, núm. 2, pp. 17-29. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2008.

**ORGANIZACIÓN DE CONSUMIDORES Y USUARIOS (OCU);** *Chapuzas a domicilio. Calidad de construcción.* Revista Compra Maestra, nº 283. Ed. OCU. Madrid 2004.

**ORTEGA MADRIGAL, L.;** *Propuesta metodológica para estimar la vida útil de los sistemas constructivos de fachadas y cubiertas utilizados actualmente con más frecuencia en la edificación española a partir del método propuesto por la norma ISO 15686*. Tesis Doctoral. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. 2012.

**OSORIO, J.C.; ARANGO, D.C.; RUALES, C.E.;** *Selección de proveedores usando el despliegue de la función de calidad difusa*. Revista EIA, nº 15, pag 73-83. Escuela de Ingeniería de Antioquía. Colombia. 2011.

**PACHÓN, V.; MONCADA, J.C.;** *El plan de Control de Calidad y el Código Técnico*. Revista Arte y Cemento nº 23. Ed. Reed Business Information. Madrid. 2007.

**PALENCIA GUILLÉN, J.J.;** *Jornadas “Aplicación CTE en ejecución de obra”*. Ed. Instituto Valenciano de la Edificación (IVE). 26-6-2012.

**PÉREZ PUEYO, R.;** *Procesado y Optimización de Espectros Raman mediante Técnicas de Lógica Difusa: Aplicación a la Identificación de Materiales Pictóricos*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 2005.

**PEREZ-BELLA, J.M.;** *Parametrización de la exposición a la humedad y de los ensayos de estanqueidad en cerramientos de edificación: Caracterización prestacional de su comportamiento higrotérmico*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. 2012.

**PIÑEIRO MARTÍNEZ DE LECEA, R.** (et al.); *Procesos patológicos frecuentes en edificación. Casos de estudio*. Actas de las II Jornadas de investigación en construcción. Madrid. 2008.

**PONCE, M.** (et al.); *II Jornadas de investigación en la construcción. Conclusiones*. Revista Informes de la construcción, vol. 60, nº 511. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 2008.

**RAMBAUD, L.;** *8D Structured Problem Solving: A Guide to Creating High Quality 8D Reports*. Ed. PHRED Solutions. EEUU. 2006.

**RAMÍREZ GALLARDO, G.;** *La Ley de ordenación de la Edificación*. Revista Informes de la Construcción, Vol. 51, nº 466. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 2000.

**RAMÍREZ DE ARELLANO AGUDO, A.;** *Apuntes de la asignatura “Análisis y control de costes en edificación”*. Máster Universitario en Gestión Integral de la Edificación. Ed. ETS de Ingeniería de Edificación. Universidad de Sevilla. 2011.

**RAMÍREZ, V.; SERPELL, A.;** *Certificación de la calidad de viviendas en Chile: Análisis comparativo con sistemas internacionales*. Revista de la Construcción Vol. 11, nº 1. Universidad católica de Chile. 2012.

**RIBERA MARTÍN, M.;** *Una aplicación del método delphi borroso al modelo universitario*. Universidad Pontificia de Comillas. 2004.

**RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, C.E.; CLARO PONCE, J.C.; BRIOSO PALMERO, I.;** *Documento de recomendaciones para el control de calidad para el plan de intervenciones en eficiencia energética de vivienda pública en Andalucía*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. 2014.

**RODRÍGUEZ-SUÁREZ, A.;** *Utilización de la lógica difusa para la estimación del riesgo en proyectos*. Ponencia al XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Badajoz. 2009.

**ROSANDER, A.C.;** *Los catorce puntos de Deming aplicados a los servicios*. Ed. Díaz de Santos. Madrid. 1994.

**RUÍZ-FALCÓ ROJAS, A.;** *Planificación y Gestión de la Producción*. Apuntes de clase. Ed. Universidad de Comillas. 2006.

**RUÍZ LIMÓN, R.;** *Historia y evolución del pensamiento científico*. Ed. Martínez Coll J.C. México. 2006.

**RUIZ REY, M.A.;** *Apuntes de asignatura calidad en la Edificación*. Ed. Escuela Politécnica de Cuenca. Universidad de Castilla la Mancha. 2014.

**SANG, K.; ISON, S.; DAINTY, A.;** *The job satisfaction of UK architects and relationships with work-life balance and turnover intentions*. Journal Engineering, Construction and Architectural Management. Vol. 16 No. 3, U.K. 2009.

**SANGÜESA, M.; MATEO, R.; ILZARBE, L.;** *Teoría y práctica de la calidad*. Ed. Paraninfo Madrid. 2006.

**SERRA MARIA-TOMÉ, J.;** *La normativa y la reglamentación en la mejora de la calidad en la construcción y su relación con la innovación*. Revista Informe de la Construcción, vol. 57, nº 499-500. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 2005.

**SINGHAPUTTANGKUL, N.; PHENG LOW, S.; LIN TEO, A.; HWANG, B.;** *Knowledge-based Decision Support System Quality Function Deployment (KBDSS-QFD) tool for assessment of building envelopes*. Journal Automation in construction 35, 314-328. Ed. Elsevier. Amsterdam. 2013.

**SITTER, W.R.;** *Cost for service life optimization*. Workshop CEB-RILEM. Copenhagen. 1983.

**TAMAYO, M.;** *El proceso de la investigación científica*. Ed. Limusa. México. 2001.

**TARÍ GUILLÓ, J.J.;** *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. Ed. Universidad de Alicante. Alicante. 2000.

**TAYLOR, F. W.;** *Management Científico*. Ed. Orbis. Barcelona. 1984

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (UNED);** *Apuntes del Máster en Sistemas Integrados de Gestión de la calidad, medioambiente, I+D+i y riesgos laborales*. Módulo 5: Despliegue de la Función Calidad. Calidad de servicio y atención al cliente. Ed. UNED. Madrid. 2014.

**VARO, J.;** *Gestión Estratégica de la calidad en los servicios sanitarios. Un modelo de gestión hospitalaria*. Ed. Díaz de Santos. 1994.

**VERA SÁNCHEZ, S.;** *La Calidad Técnica en los Proyectos de ejecución de viviendas*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 2001.

**VERGARA LUNA, A.;** **ZEVALLOS ESQUIVEL, M.;** *Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, la Libertad*. Ed. Universidad Antenor Orrego. Perú. 2014.

**VIEITEZ CHAMOSA, J.A.;** **RAMÍREZ ORTIZ, J.L.;** *Patología de la construcción en España. Aproximación estadística*. Revista Informes de la construcción. Vol. 36, nº 364. Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid. 1984.

**WALTON, M.;** **DEMING, W.E.;** *El método Deming en la práctica*. Ed. Norma. Barcelona. 1992.

**YACUZZI, E.** (et al.); *QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos*. Ed. Universidad del CEMA. Buenos Aires. 2003.

**YEPES PIQUERAS, V.;** *La calidad económica*. Revista Qualitas Hodie, nº 44: 90-92. Ed. Qualitas Hodie. Bilbao. 1998.

**ZAPATA, S.;** **ESPINILLA, M.;** **MARTÍNEZ, L.;** *Modelo lingüístico de toma de decisiones dinámicas multicriterio con información heterogénea*. Actas del XVII congreso español sobre tecnologías y lógica fuzzy (ESTYLF 2014). Zaragoza. 2014.



## 10.2 Normas

**AENOR. Norma UNE 41805-3:2009.** *Diagnóstico de edificios. Parte 3. Estudios constructivos y patológicos.* Madrid. 2009.

**AENOR. Norma UNE 66178:2004.** *Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la gestión del proceso de mejora continua.* Madrid. 2004.

**AENOR. Norma UNE-EN 31010:2011.** *Gestión del riesgo. Técnicas de apreciación del riesgo.* Madrid. 2011.

**AENOR. Norma UNE-EN-ISO 9000:2005.** *Sistemas de Gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.* Madrid. 2005.

**AENOR. Norma UNE-EN-ISO 9001:2008.** *Sistemas de Gestión de la calidad. Requisitos.* Madrid. 2008.

**AENOR. Norma UNE-EN ISO/IEC 17000:2004.** *Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios generales.* Madrid. 2004.

**AENOR. Norma UNE-EN ISO/IEC 17050-1:2004.** *Evaluación de la conformidad. Declaración de conformidad del proveedor. Parte 1: Requisitos generales.* Madrid. 2004.

**AENOR. Norma UNE-ISO 2859-1:2012.** *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo para las inspecciones lote por lote tabulados según el límite de calidad de aceptación (LCA).* Madrid. 2012.

**AENOR. Norma UNE-ISO 2859-2:2012.** *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 2: Planes de muestreo para las inspecciones de lotes independientes, tabulados según la calidad límite (CL).* Madrid. 2012.

**AENOR. Norma UNE-ISO 3951-1:2012.** *Procedimientos de muestreo para la inspección por variables. Parte 1: Especificaciones para los planes de muestreo simples tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote por lote para una característica de calidad única y nivel de calidad aceptable (NCA) único.* Madrid. 2012.

**AENOR. Norma UNE-ISO 3951-2:2012.** *Procedimientos de muestreo para la inspección por variables. Parte 2: Especificaciones para los planes de muestreo simples tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote por lote de características de calidad independientes.* Madrid. 2012.

**AENOR. Norma UNE-ISO 10007:2006.** *Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la configuración.* Madrid. 2006.

**AENOR. Norma UNE-ISO 13053-1:2012.** *Métodos cuantitativos en la mejora de procesos. Seis Sigma. Parte 1: Metodología DMAIC.* Madrid. 2012.

**AENOR. Norma UNE-ISO 13053-2:2012.** *Métodos cuantitativos en la mejora de procesos. Seis Sigma. Parte 2: Herramientas y técnicas.* Madrid. 2012.

**GENERALITAT VALENCIANA.** *Orden de 30 de septiembre de 1991, del Conseller de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, por la que se aprueba el Libro de Control de Calidad en Obras de Edificación de Viviendas.* DOCV núm. 1638 de 08.10.1991.

**GOBIERNO DE ESPAÑA.** *Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).* Ley 38/1999, de 5 de Noviembre. 1999.

**GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO.** *Código Técnico de la Edificación.* Actualización 2015.

**GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE ECONOMIA Y HACIENDA.** *Ley de Contratos del Sector Público.* Real Decreto Legislativo 3/2011. BOE nº 276. 16-Noviembre-2011.

**GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO.** *Instrucción de acero estructural (EAE).* 2011.

**GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO.** *Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).* 2008.

**PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA.** *Reglamento UE nº 305/2011 de Productos de Construcción.* Diario Oficial de la Unión Europea. 2011.

## 10.3 Webgrafía

**1º CONGRESO NACIONAL DE LABORATORIOS DE CONSTRUCCIÓN.** *Resumen Documentación.* Revista concretonline. <http://www.concretonline.com> Febrero 2014/Abril 2015.

**AGENCIA ESPAÑOLA DE CONSUMO, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIÓN (AECOSAN).** <http://consumo-inc.gob.es/home.htm> Agosto 2014.

**APPLUS +.** <http://www.applus.com/es/> Mayo 2014.

**ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR).** [www.aenor.es](http://www.aenor.es) 2013-2015.

**ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD.** [www.aec.es](http://www.aec.es) 2013-2015.

**BLOG INGENIERÍA EN LA RED.** [www.ingenieriaenlared.wordpress.com](http://www.ingenieriaenlared.wordpress.com) Abril 2014.

**BUREAU VERITAS ESPAÑA.** [www.bureauveritas.es](http://www.bureauveritas.es) Junio 2014.

**CASTILLO FERNÁNDEZ, L.;** *Práctica indeseable.* Artículo del blog personal. <http://eadic.com/blog/practica-indeseable/> Marzo 2014.

**CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.** <http://www.codigotecnico.org/web/> 2013-2015.

**DIARIO EL ECONOMISTA.** *Artículo: El 25% de las viviendas del “boom” inmobiliario presenta defectos de construcción.* <http://www.eleconomista.es/> 30 Marzo 2015.

**GENERALITAT VALENCIANA. CONSELLERIA DE INFRAESTRUCTURAS, TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE.** *Control de Calidad. Normativa.* <http://www.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=51079&idioma=C> Febrero 2014.

**GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO.** *Boletín estadístico on line.* [http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ATENCION\\_CIUDADANO/INFORMACION\\_ESTADISTICA/EstadisticaSintesis/](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ATENCION_CIUDADANO/INFORMACION_ESTADISTICA/EstadisticaSintesis/) Marzo 2014.

**GONZÁLEZ GONZÁLEZ, G.; JIMENO BERNAL, J.; LEDESMA PEREÑA, P.;** *Iniciativa PDCA home.* <http://www.pdcahome.com/> Enero 2014.

**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA.** <http://www.ietcc.csic.es/index.php/es/> 2014-2015.

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CATALUÑA (ITEC). <http://itec.es/> 2014-2015.

INSTITUTO VALENCIANO DE LA EDIFICACIÓN (IVE). <http://www.five.es/> 2014-2015.

INTEMAC S.A. <http://www.intemac.es/> Mayo 2014.

INTERTEK ESPAÑA. <http://www.intertek.es/> Junio 2014.

PLATAFORMA CONSTRUMÁTICA. [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com) Abril 2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. <http://www.pmi.org/> Marzo 2015.

QFD INSTITUTE. *QFD Symposium Transactions*.

[http://www.qfdi.org/books/symposium\\_proceedings.htm](http://www.qfdi.org/books/symposium_proceedings.htm) Noviembre 2013.

SGS ESPAÑA. <http://www.sgs.es/> Mayo 2014.

TUV RHEINLAND ESPAÑA. <http://www.tuv.com/es/spain/home.jsp> Julio 2014.

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. *Grado en Arquitectura Técnica. Plan de estudios*. <http://titulaciones.unizar.es/ing-edificacion/> Enero 2014.

UNIVERSIDAD EUROPEA MIGUEL DE CERVANTES. *Grado en Arquitectura Técnica. Plan de estudios*. <http://www.uemc.es/> Enero 2014.

WIKIPEDIA. ENCICLOPEDIA LIBRE VIA WEB. <http://es.wikipedia.org> 2013-2015.

YEPES PIQUERAS, V.; *Blog académico. Evolución de la gestión de la calidad*. <http://victoryepes.blogs.upv.es/2013/12/08/evolucion-gestion-calidad/> Octubre 2014.

## 10.4 Programas informáticos

HERRAMIENTAS DE CAD PARA LÓGICA DIFUSA. xfuzzy-team@imse.cnm.es, ©IMSE-CNM 1997-2003.

Xfuzzy es propiedad de sus autores y del IMSE-CNM. Xfuzzy es software libre; puede ser distribuido y/o modificado bajo los términos de GNU. General Public License publicados en Free Software Foundation.



## **11. ANEJOS.-**

## 11 ANEJOS

### 11.1 Metodología del control en la normativa Lc-91

Se exponen a continuación los diagramas de flujo correspondientes a la programación y realización del control de materiales y ejecución contemplados en la normativa autonómica valenciana Lc-91, como complemento a lo referenciado al tratar el factor muestreo dentro de la Etapa Analítica de la Tesis (apdo. 7.1.2).

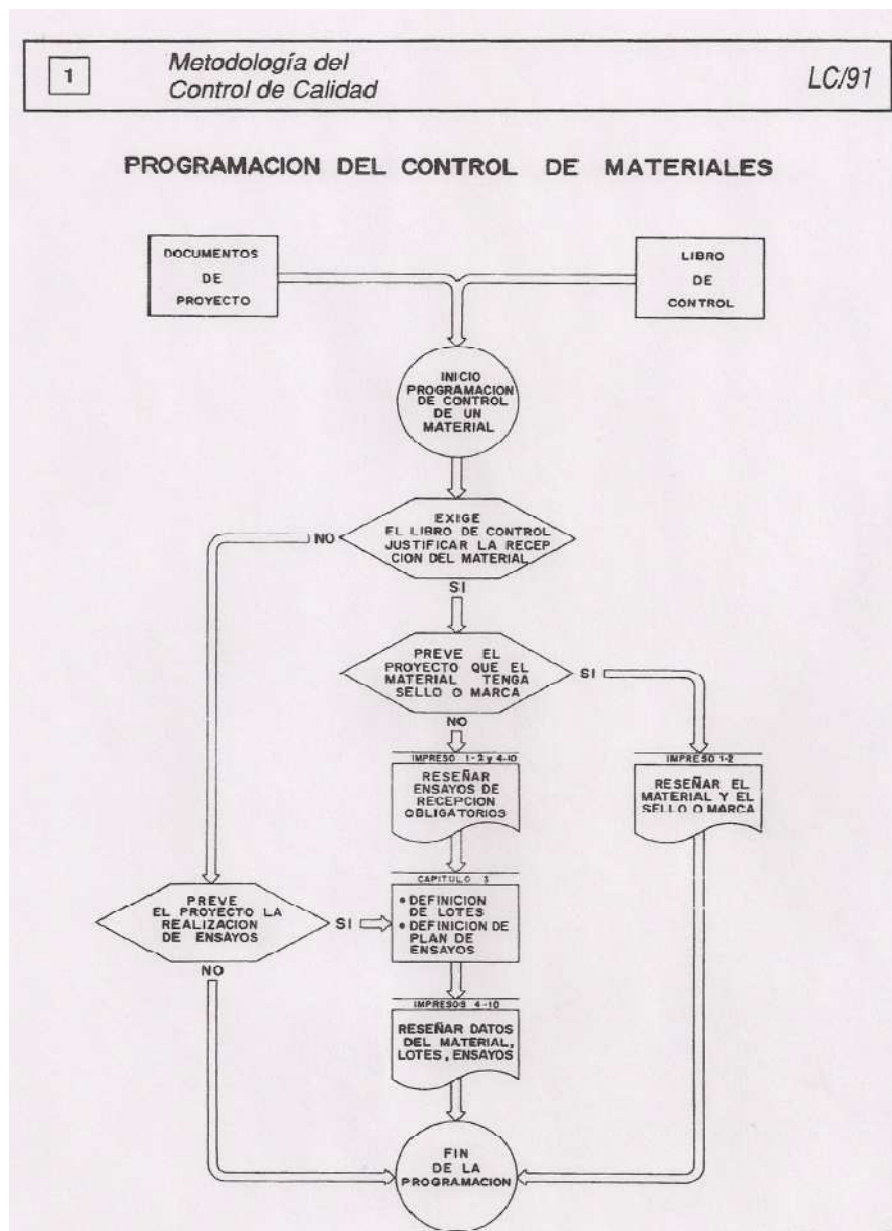


Fig.11/01 (7/01) <sup>1</sup>. Lc 91: Diagrama de flujo para programación del control de materiales

Fuente: Generalitat Valenciana

<sup>1</sup> Esta figura ya se encuentra reflejada en el capítulo 7 con la numeración reflejada en el paréntesis.

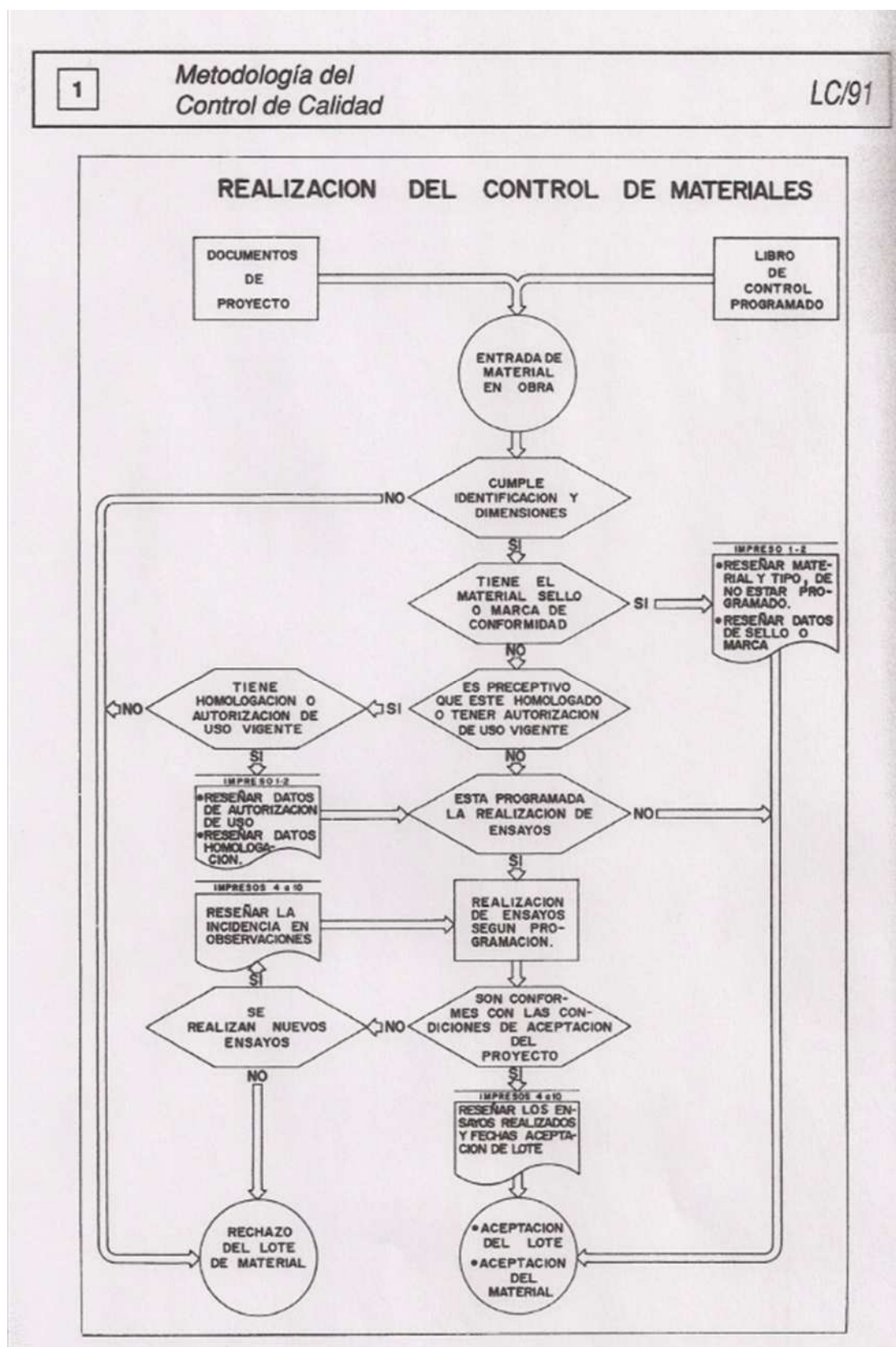


Fig. 11/02. Lc 91: Diagrama de flujo para realización del control de materiales

Fuente: Generalitat Valenciana



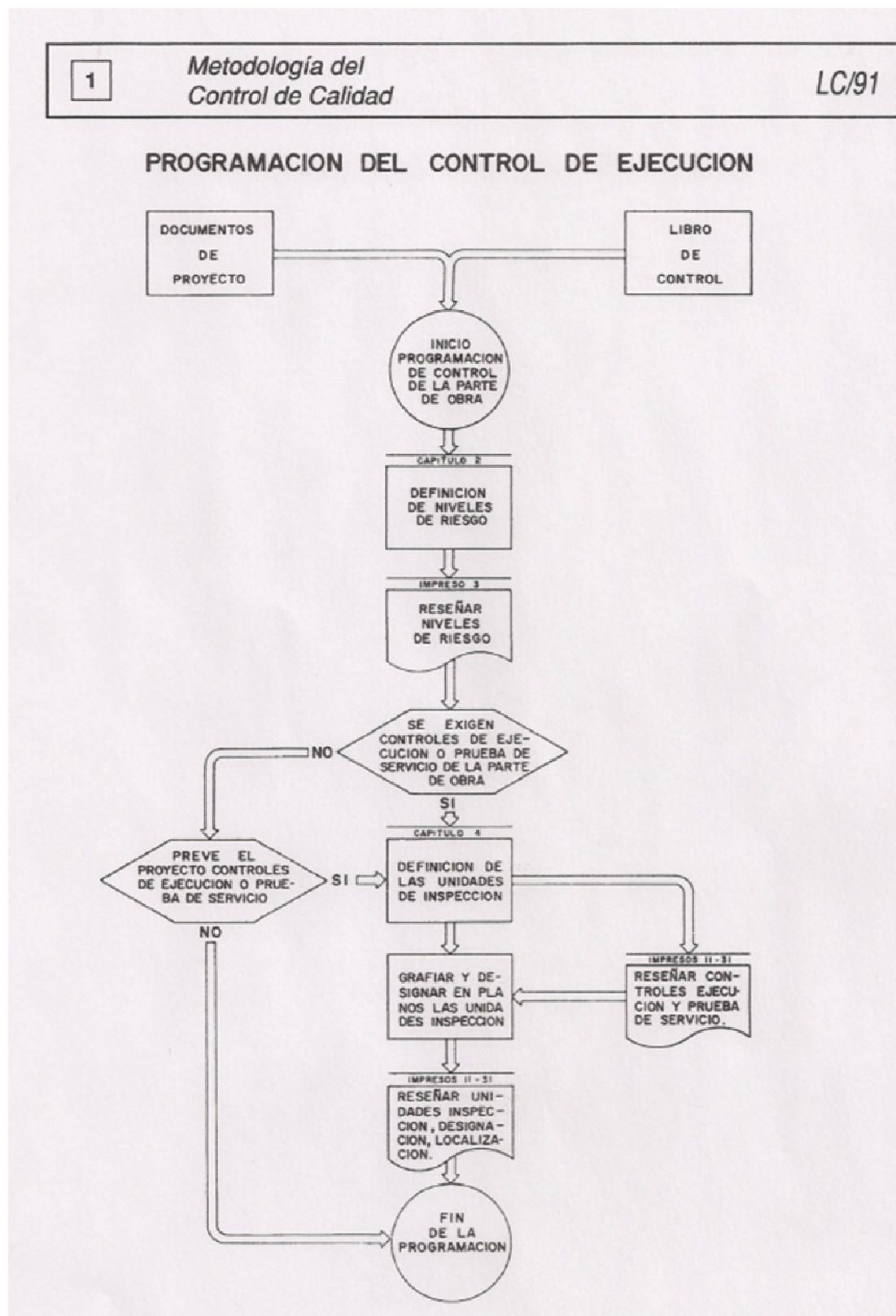


Fig. 11/03. Lc 91: Diagrama de flujo para programación del control de ejecución

Fuente: Generalitat Valenciana

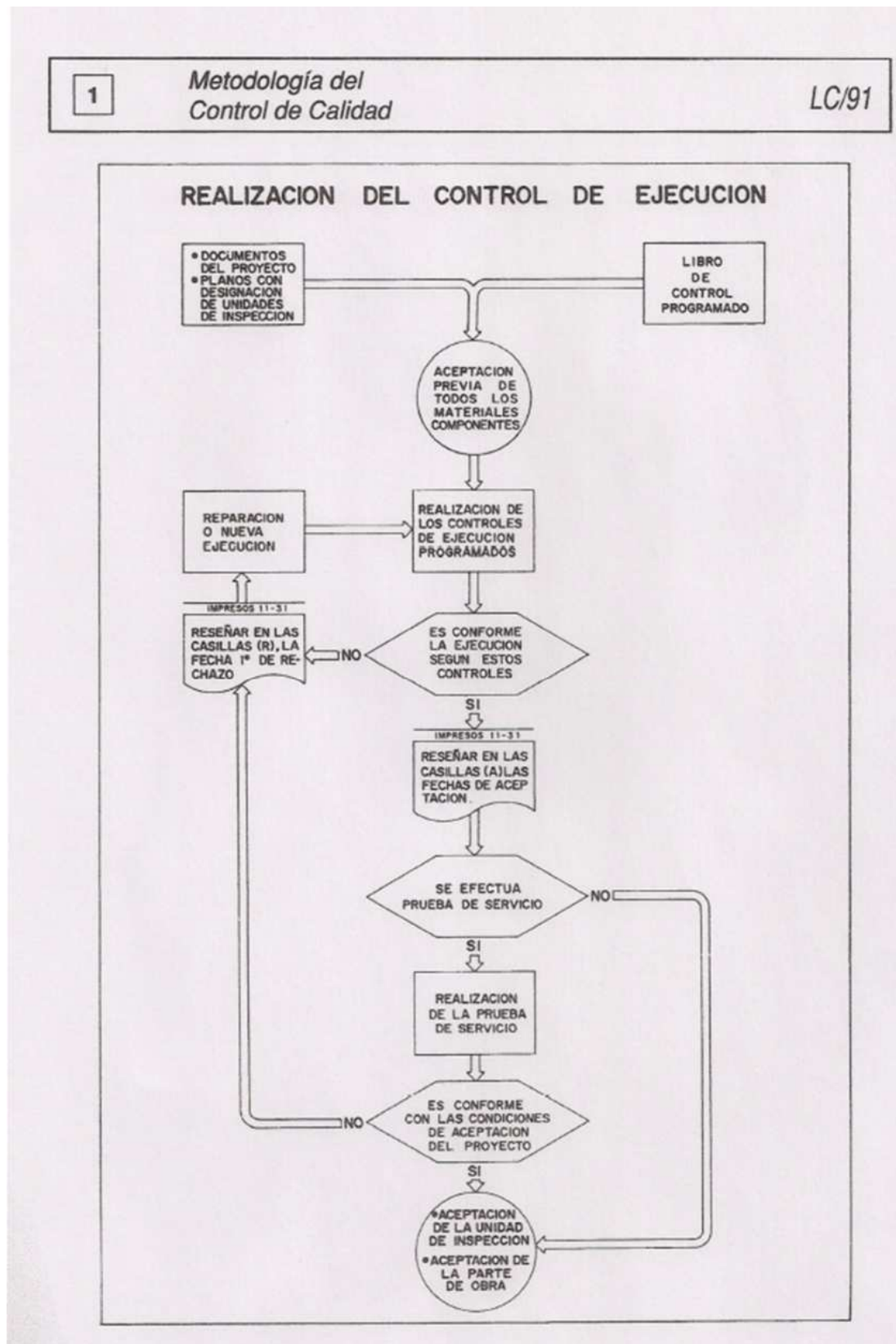


Fig. 11/04. Lc 91: Diagrama de flujo para realización del control de ejecución

Fuente: Generalitat Valenciana

## 11.2 Listado de Normas Tecnológicas de la Edificación

Tal como se hacía alusión al analizar el factor relacionado con los Criterios de Aceptación/Rechazo (capítulo 7), a continuación reproducimos el cuadro que publica el **Ministerio de Fomento** con el histórico de documentos publicados como Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).

Se recogen los títulos, referencias de cada texto y la fecha de su publicación.

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
Acond. Terreno	Desmontes	63	ADD DEMOLICIONES	15 y 22 feb 1975
		101	ADE EXPLANACIONES	2 y 9 abr 1977
		126	ADG GALERIAS	14 nov 1983
		84	ADV VACIADOS	6 y 13 mar 1976
		98	ADZ ZANJAS Y POZOS	8 y 15 ene 1977
	Saneamientos	102	ASD DRENAJES Y AVENAMIENTOS	23 y 30 abr 1977
Cimentaciones	Contenciones	116	CCM MUROS	4 jul 1979
		125	CCP PANTALLAS	16 abr 1983
		108	CCT TALUDES	3 dic 1977
	Estudios	79	CEG GEOTECNICOS	20 y 27 dic 1975
	Pilotes	114	CPE ENCEPADOS	28 nov 1978
		109	CPI IN SITU	10 y 17 dic 1977
		110	CPP PREFABRICADOS	29 jul y 5 ago 1978

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
	Refuerzos	0	CRC CONSOLIDACIÓN TERRENO	
	Superficiales	135	CSC CORRIDAS	15 oct 1984
		133	CSL LOSAS	18 may 1984
		123	CSV VIGAS FLOTANTES	1 sep 1982
		143	CSZ ZAPATAS	16 dic 1986
Estructuras	de Acero	141	EAE ESPACIALES	6 sep 1986
		36	EAF FORJADOS	24 nov 1973
		0	EAP PORTICOS	
		124	EAS SOPORTES	8 ene 1983
		0	EAT TRIANGULADAS	
		61	EAV VIGAS	18 y 25 ene 1975
		122	EAZ ZANCAS	17 mar 1982
	Cargas	89	ECG GRAVITATORIAS	15 y 19 jun 1976
		89	ECG GRAVITATORIAS 1ª R	1 ago 1988
		9	ECR RETRACCION	21 abr 1973
		9	ECR RETRACCIÓN 1ª R	1 ago 1988
		1	ECS SISMICAS	24 feb 1973
		1	ECS SISMICAS 1ª R	1 ago 1988
		7	ECT TERMICAS	7 abr 1973

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
		7	ECT TERMICAS 1ª R	1 ago 1988
		20	ECV VIENTO	7 jul 1973
		20	ECV VIENTO 1ª R	1 ago 1988
	de Fábrica	50	EFB BLOQUES	3 y 10 ago 1974
		103	EFL LADRILLO	11 jul 1977
		117	EFP PIEDRA	21 may 1980
	de Hormigón armado	119	EHB VIGAS BALCON	21 y 22 oct 1980
		121	EHJ JACENAS PARED	26 ene 1981
		0	EHL LOSAS	
		0	EHN NUCLEOS Y PANTALLAS	
		144	EHP PORTICOS	1 ago 1988
		37	EHR FORJADOS RETICULARES	1 y 7 dic 1973
		86	EHS SOPORTES	10 y 24 abr y 1 y 10 may 1976
		128	EHS SOPORTES 1ª R	28 dic 1983
		8	EHU FORJADOS UNIDIRECCIONALES	14 abr 1973
		64	EHV VIGAS	1, 8 y 13 mar 1975
		139	EHV VIGAS 1ª R	23 sep 1985
		120	EHZ ZANCAS	15 ene 1981

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
	de Madera	0	EMA APUNTALAMIENTOS	
		74	EME ENCOFRADOS	4 y 11 oct 1975
	de Hormigón Pretensado	0	EPF FORJADOS	
		0	EPV VIGAS	
		11	EXS SOPORTES	5 may 1973
		16	EXV VIGAS	9 jun 1973
Fachadas	Carpintería	41	FCA ACERO	2, 9 y 16 feb 1974
		81	FCH HORMIGON	24 y 31 ene 1976
		55	FCI ACERO INOXIDABLE	12 y 19 oct 1974
		51	FCL ALEACIONES LIGERAS	17 y 24 ago 1974
		58	FCM MADERA	30 nov y 7 dic 1974
		45	FCP PLASTICO	30 mar y 6 abr 1974
	Defensas	97	FDB BARANDILLAS	20 y 27 nov 1976
		60	FDC CIERRES	28 dic 1974 y 4 y 11 ene 1975
		56	FDP PERSIANAS	26 oct y 2 nov 1974
		90	FDZ CELOSIAS	26 jun y 3 jul 1976
	de Fábrica	66	FFB BLOQUES	12 y 19 abr 1975

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
		115	FFL LADRILLO	18 abr 1979
		14	FFV VIDRIO	26 may 1973
		73	FPC MUROS CORTINA	20 y 27 sep 1975
		67	FPP PANELES	10 Y 17 may 1975
	Vidrios	44	FVE ESPECIALES	16 mar 1974
		10	FVP PLANOS	28 abr 1973
		83	FVT TEMPLADOS	21 y 28 feb 1976
Instalaciones	Audiovisuales	28	IAA ANTENAS	29 sep 1973
		0	IAI INTERFONIA	
		104	IAM MEGAFONIA	13 Y 20 AGO 1977
		2	IAT TELEFONIA	3 mar 1973
		105	IAV VIDEO	3 y 10 sep 1977
		106	IAX TELEX	8 oct 1977
	de Climatización	54	ICC CALDERAS	28 sep y 5 oct 1974
		136	ICI INDIVIDUALES	28 nov 1984
		68	ICR RADIACION	24 y 31 may y 7 y 14 jun 1975
		0	ICS SISTEMAS CENTRALIZADOS	
		137	ICT TORRES DE REFRIGERACION	8 feb 1985

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
	Depósitos	0	IDA AGUA	
		112	IDC CARBON	17 nov 1978
		34	IDG GAS	10 nov 1973
		107	IDL COMBUSTIBLES LIQUIDOS	15 y 22 oct 1977
	de Electricidad	0	IEA ALUMBRADO EMERGENCIA	
		46	IEB BAJA TENSION	20 Y 27 abr; y 4 may1974
		111	IEE ALUMBRADO EXTERIOR	12 ago 1978
		0	IEF FUERZA	
		0	IEG GENERADORES	
		77	IEI ALUMBRADO INTERIOR	15, 22 y 29 nov 1975
		5	IEP PUESTA A TIERRA	24 mar 1973
		134	IER RED EXTERIOR	19 jun 1984
		127	IET CENTROS TRANSFORMACION	23 dic 1983
	de Fontanería	80	IFA ABASTECIMIENTO	3, 10 y 17 ene 1976
		29	IFC AGUA CALIENTE	6 oct 1973
		18	IFF AGUA FRIA	23 jun 1973
		52	IFR RIEGO	23 jun 1973
		0	IFS COLECTORES SOLARES	31 ago y 7 sep 1974



Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
		0	IFT TRATAMIENTO Y POTABILIZACION	
	de Gas	142	IGA AIRE COMPRIMIDO	3 oct 1986
		24	IGC CIUDAD	25 ago 1973
		12	IGL LICUADOS	12 may 1973
		76	IGN NATURAL	1 y 8 nov 1975
		118	IGO OXIGENO	25 jun 1980
		113	IGV VACIO	18 nov 1978
		138	IGW VAPOR	13 ago 1985
	de Protección	43	IPF CONTRA EL FUEGO	2 y 9 mar 1974
		3	IPP PARARRAYOS	10 mar 1973
		0	IPR CONTRA EL ROBO	
		0	IPX CONTRA RADIACIONES	
	de Salubridad	4	ISA ALCANTARILLADO	17 mar 1973
		27	ISB BASURAS	22 sep 1973
		40	ISD DEPURACION Y VERTIDO	16 y 19 ene 1974
		49	ISH HUMOS Y GASES	6, 13, 20 y 27 jul 1974
		25	ISS SANEAMIENTO	8 sep 1973
		70	ISV VENTILACION	5 y 12 jul 1975
	de Transporte	6	ITA ASCENSORES	31 mar 1973

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
		129	ITE ESCALERAS MECANICAS	27 feb 1984
		0	ITM MONTACARGAS	
		35	ITP CINTAS PERSONAS	17 nov 1973
		0	ITT TUBOS NEUMATICOS	
Particiones	Mamparas	99	PMA ACERO	5 y 12 mar 1977
		92	PML ALEACIONES LIGERAS	7 y 14 ago 1976
		71	PMM MADERA	19 y 26 jul 1975
	Puertas	87	PPA ACERO	17 y 22 may 1976
		62	PPM MADERA	3 y 8 feb 1975
		69	PPV VIDRIO	21 y 28 jun 1975
	Tabique	26	PTL LADRILLO	15 sep 1973
		65	PTP PLACAS Y PANELES	29 mar y 5 abr 1975
Cubiertas	Azoteas	88	QAA AJARDINADAS	29 may y 5 jun 1976
		38	QAN NO TRANSITABLES	15 dic 1973
		19	QAT TRANSITABLES	2 jul 1973
	Lucernarios	32	QLC CLARABOYAS	27 oct 1973
		53	QLH HORMIGON TRASLUCIDO	14 y 21 sep 1974

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
	<b>Tejados</b>	85	QTF FIBROCEMENTO	20 y 27 mar y 3 abr1976
		91	QTG GALVANIZADOS	24 y 31 jul 1976
		100	QTL ALEACIONES LIGERAS	26 mar 1977
		39	QTP PIZARRA	29 dic 1973
		95	QTS SINTETICOS	13 y 16 oct 1976
		59	QTT TEJA	14 y 21 dic 1974
		75	QTZ ZINC	18 y 25 oct 1975
<b>Revestimientos</b>	<b>de Paramentos</b>	15	RPA ALICATADOS	2 jun 1973
		17	RPC CHAPADOS	6 jun 1973
		57	RPE ENFOSCADOS	9 y 23 nov 1974
		78	RPF FLEXIBLES	6 y 13 dic 1975
		47	RPG GUARNECIDOS Y ENLUCIDOS	11 may 1974
		48	RPL LIGEROS	22 y 29 jun 1974
		94	RPP PINTURAS	25 sep y 2 oct 1976
		82	RPR REVOCOS	7 y 14 feb 1976
		93	RPT TEJIDOS	4 y 11 sep 1976
	<b>de Suelos y</b>	72	RSB BALDOSAS	13 sep 1975

Familia	Subfamilia	Nº	Norma	Fecha
	<b>Escaleras</b>	130	RSC CONTINUOS (refunde RSI; RSP; RST)	28 feb 1984
		140	RSC CONTINUOS 1ª R	18 abr 1986
		22	RSE ENTARIMADOS	28 jul 1973
		132	RSF FLEXIBLES (Refunde RSL, RSM)	1 mar 1984
		42	RSI INDUSTRIALES	23 feb 1974
		21	RSL LAMINADOS	14 jul 1973
		31	RSM MOQUETAS	20 oct 1973
		96	RSP PIEDRA	1 y 6 nov 1976
		131	RSR RIGIDOS (Refunde RSB; RSP; RSI; 29 feb 1984 RSE; RST)	29 feb 1984
		30	RSS SOLERAS	13 oct 1973
		33	RST TERRAZOS	3 nov 1973
	<b>de Techos</b>	13	RTC CONTINUOS	19 may 1973
		23	RTP PLACAS	11 ago 1973

## 11.3 Documentación de los cuestionarios a expertos

### Enunciados de las consultas

#### Enunciado 1ª CONSULTA A EXPERTOS

*Refª: Trabajos previos Tesis doctoral: Modelo de Gestión para Control de Calidad en edificación*

##### 1.- Antecedentes

Esta consulta se realiza dentro de los trabajos de investigación para la Tesis doctoral antes referenciada, que el doctorando Carlos E. Rodríguez Jiménez lleva a cabo en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas II de la Universidad de Sevilla bajo la dirección de los doctores Juan Manuel Macías Bernal y Rafael Lucas Ruíz.

Se trata de realizar dos consultas consecutivas (personales y privadas) basadas en la **técnica Delphi**, la cual pretende obtener el consenso fiable en una materia a través de la opinión de un grupo de expertos.

Se trata, en todo caso, de unas sencillas cuestiones que no pretenden ocupar más allá de unos minutos.

##### 2.- Breve síntesis de la Investigación.

Nuestro trabajo de investigación está orientado hacia la realización de **un Modelo de Gestión de Control de Calidad en Edificación** que pueda valorar la **eficiencia** de las actuaciones de control de calidad en el conjunto del proceso edificatorio de nueva planta.

La investigación parte de unas premisas que acotan el trabajo:

- Nos centramos en actuaciones sobre promociones de nueva planta realizadas por **entidades de control y laboratorios**, es decir, los agentes del proceso cuya misión es exclusivamente controlar.
- Consecuentemente con lo anterior, **estudiamos sólo las actividades de naturaleza técnica y organizativa del control**, donde aspectos también implicados como los económicos, pertenecen a disciplinas y organizaciones encuadradas en otras líneas de investigación.

Para tal fin, partimos de unos elementos de entrada a analizar:

- Por un lado las necesidades a satisfacer, las cuales se relacionan con **los factores decisivos del control de calidad** (que son obtenidos de fuentes especializadas en la materia).
- De otra parte **los medios que la técnica actual utiliza para el control** (obtenidos del estudio empírico sobre un conjunto de expedientes reales de control).

Empleamos para ello **la metodología denominada Fuzzy-QFD**, fruto de recientes investigaciones. Es un sistema mixto donde se integra la herramienta de gestión de calidad QFD (Despliegue de la Función Calidad), con análisis matemáticos de lógica difusa (Fuzzy).

Se trata de una técnica aplicada a la producción industrial la cual permite cuantificar las necesidades del cliente y crear productos adaptados a dichas necesidades que superen a la competencia. Se utiliza también para sancionar etapas y procesos productivos.

**El modelo resultante** podrá ser un referente para **medir el grado de eficiencia** en la gestión de las intervenciones de control.

### 3.- Justificación de la consulta a expertos.

En los trabajos para diseñar nuestro modelo de control se hace necesaria la intervención de un grupo de expertos en dos fases que nos aporten la siguiente información.

#### A. VALORACIÓN DE FACTORES DETERMINANTES DEL CONTROL DE CALIDAD. *(cuestionario incluido en el presente documento)*

En el contexto del control técnico de calidad en edificación, pretendemos ponderar la influencia que tienen los principales factores determinantes según la bibliografía.

Como factores condicionantes, es obvio que el éxito del control calidad va a depender de su desempeño.

#### B. CORRELACIÓN ENTRE FACTORES Y FUNCIONES DEL CONTROL. *(cuestionario que se enviará en próximas fechas)*

Una vez valorados los factores, debemos correlacionar éstos con las funciones del control, es decir, establecer cuánto colaboran las diversas actividades de las empresas de control con los requisitos a satisfacer.

## 4.- Realización del primer cuestionario.

### 4.1 Factores influyentes en el control

En esta primera fase de la consulta a los expertos tiene como único objetivo la **baremación y los posibles comentarios** sobre las necesidades o requerimientos iniciales. Estos requerimientos se plasman a través de **un conjunto de factores**, los cuales determinan el control en sus aspectos técnicos y organizativos.

Para su definición hemos recurrido a **prestigiosos autores y fuentes especializadas** que han tratado en profundidad esta materia de control de calidad en nuestro entorno (tales como Álvaro García Meseguer, José Calavera o la norma ISO 9001, entre otros). De ahí derivan siete factores principales, que parecen estar consensuados como variables esenciales que marcan el desarrollo del control.

Atendiendo a una agrupación clásica en esta materia, relacionamos a continuación **los siete factores referenciados**:

Factores relacionados con lo tangible

***Muestreo***

***Coordinación entre etapas***

***Criterios de aceptación/rechazo***

Factores relacionados con los conceptos

***Retroalimentación de fallos***

***Vulnerabilidad de elementos***

Factores relacionados con las personas

***Independencia del controlador***

***Motivación***

De cara a su mejor comprensión, aportamos un breve perfil de cada factor:

A. Factores relacionados con lo tangible:

- **Muestreo.**

Hace referencia a la extensión cuantitativa del control de calidad, la cual queda trazada a través de la planificación, los criterios y niveles de control *(por ejemplo la cuantificación del plan de ensayos de un material mediante un muestreo de tipo estadístico a nivel intenso)*.

- **Coordinación entre etapas.**

El proceso constructivo se realiza en diferentes etapas o actividades (proyecto, ejecución, etc.). Numerosos estudios demuestran que el éxito de la supervisión depende de una mayor o menor coordinación del control realizado en cada una de estas fases *(por ejemplo al recepcionar un material en obra, la realización de controles debe estar condicionada por la conformidad del mismo durante su producción en fábrica, para lo cual debería existir un flujo de información entre ambas actuaciones)*.

- **Criterios de aceptación/rechazo**

La utilidad de una determinada prueba o inspección está claramente condicionada por la existencia de especificaciones que marquen si el resultado es admisible *(por ejemplo las tolerancias de ajuste en el montaje de piezas prefabricadas)*.

B. Factores relacionados con los conceptos:

- **Retroalimentación de fallos**

Las reclamaciones y no conformidades detectadas por los usuarios han de tenerse presente para actuar en consecuencia en los futuros controles a realizar *(por ejemplo la existencia de un amplio número de reclamaciones sobre aislamiento acústico debe llevar a incrementar su verificación a nivel de diseño, sistemas, ejecución, etc.)*.

- **Vulnerabilidad de elementos**

La debilidad de una unidad ante el deterioro por agentes externos durante su vida útil, debe marcar el tipo de controles a aplicar *(ejemplo: dado que la cubierta de un edificio tiene una mayor posibilidad de patología por humedades, deben acentuarse las pruebas de verificación en ese aspecto)*.



C. Factores relacionados con las personas:

- **Independencia del controlador**

La objetividad del controlador es esencial para obtener resultados de control fiables. La forma de contratación del control y el agente que lo administra tienen un papel importante en este concepto, según las fuentes consultadas (*ejemplo: es diferente la óptica del autocontrol interno del proyectista que la supervisión externa del proyecto a instancias del promotor*).

- **Motivación**

La alta dependencia de los recursos humanos en la construcción, que afecta también a la actividad de control, hace que cualquier aspecto se vea muy condicionado por la forma de actuar de las personas, cuyas causas guardan relación directa con la motivación y algunas de sus derivadas, como son la implicación o la participación (*numerosos autores tanto de nuestro campo como de la psicología avalan este punto*).

A partir de aquí, la metodología establecida **requiere una evaluación de estos factores**, con el fin de estimar su contribución con el control de calidad.

## 4.1 Cuestiones

Las siete cuestiones planteadas están relacionadas con el peso o influencia de cada factor para conseguir un control de calidad eficiente. **Cabe recordar que sólo abordamos los factores de ámbito técnico y organizativo tal como han sido planteados por los autores de relevancia consultados**, quedando fuera de la investigación otros enfoques específicos (económicos, medioambientales, de seguridad para las personas, etc.)

En consecuencia, el formulario se cumplimenta marcando en cada caso UNO SOLO DE LOS CINCO NIVELES DE BAREMACIÓN de la escala tipo Likert que se propone. También se puede añadirse, si se estima necesario, algún comentario.

### 1ª Cuestión

#### *Factores relacionados con lo tangible*

Factor: MUESTREO					
¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?	<input type="checkbox"/> <b>Muy bajo</b>	<input type="checkbox"/> <b>Bajo</b>	<input type="checkbox"/> <b>Medio</b>	<input type="checkbox"/> <b>Alto</b>	<input type="checkbox"/> <b>Muy alto</b>

#### Observaciones a la 1ª Cuestión (OPCIONALES)

*Comentarios:*

## 2ª Cuestión

### Factores relacionados con lo tangible

#### Factor: COORDINACIÓN ENTRE ETAPAS

¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?

☐

Muy bajo

☐

Bajo

☐

Medio

☐

Alto

☐

Muy alto

#### Observaciones a la 2ª Cuestión (OPCIONALES)

Comentarios:

## 3ª Cuestión

### Factores relacionados con lo tangible

#### Factor: CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?

☐

Muy bajo

☐

Bajo

☐

Medio

☐

Alto

☐

Muy alto

#### Observaciones a la 3ª Cuestión (OPCIONALES)

Comentarios:

## 4ª Cuestión

### Factores relacionados con los conceptos

#### Factor: RETROALIMENTACIÓN DE FALLOS

¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?

☐

Muy bajo

☐

Bajo

☐

Medio

☐

Alto

☐

Muy alto

#### Observaciones a la 4ª Cuestión (OPCIONALES)

Comentarios:

## 5ª Cuestión

### Factores relacionados con los conceptos

#### Factor: VULNERABILIDAD DE ELEMENTOS

¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?

☐

Muy bajo

☐

Bajo

☐

Medio

☐

Alto

☐

Muy alto

#### Observaciones a la 5ª Cuestión (OPCIONALES)

Comentarios:

## 6ª Cuestión

### Factores relacionados con las personas

#### Factor: INDEPENDENCIA DEL CONTROLADOR

¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?

☐

Muy bajo

☐

Bajo

☐

Medio

☐

Alto

☐

Muy alto

#### Observaciones a la 6ª Cuestión (OPCIONALES)

Comentarios:

## 7ª Cuestión

### Factores relacionados con las personas

#### Factor: MOTIVACIÓN

¿Qué nivel de influencia tiene este factor en la eficiencia del control de calidad en edificación?

☐

Muy bajo

☐

Bajo

☐

Medio

☐

Alto

☐

Muy alto

#### Observaciones a la 7ª Cuestión (OPCIONALES)

Comentarios:

## Enunciado 2ª CONSULTA A EXPERTOS

*Refª: Trabajos previos Tesis doctoral: Modelo de Gestión para Control de Calidad en edificación*

### 1.- Antecedentes

Esta **segunda y última** consulta a expertos se realiza como complemento de la realizada con anterioridad, basada en la técnica Delphi, dentro de los trabajos de investigación para la Tesis doctoral del doctorando Carlos E. Rodríguez Jiménez, bajo la dirección de los doctores Juan Manuel Macías Bernal y Rafael Lucas Ruíz,

Son también unas sencillas cuestiones que no pretenden ocupar más allá de unos minutos.

### 2.- Breve síntesis de la Investigación.

Como ya reflejamos en la anterior ronda de la consulta, nuestro trabajo de investigación está orientado hacia la realización de **un Modelo de Gestión de Control de Calidad en Edificación** que pueda valorar **la eficiencia** de las actuaciones de control de calidad en el conjunto del proceso edificatorio de nueva planta.

La investigación parte de unas premisas que acotan el trabajo:

- Nos centramos en actuaciones sobre promociones de nueva planta realizadas por **entidades de control y laboratorios**, es decir, los agentes del proceso cuya misión es exclusivamente controlar.
- Consecuentemente con lo anterior, **estudiamos sólo las actividades de naturaleza técnica y organizativa del control**, donde aspectos también implicados como los económicos, pertenecen a disciplinas y organizaciones encuadradas en otras líneas de investigación.

Para tal fin, partimos de unos elementos de entrada a analizar:

- Por un lado las necesidades a satisfacer, las cuales se relacionan con **los factores decisivos del control de calidad** (que son obtenidos de fuentes especializadas en la materia)

- De otra parte **las funciones o medios que la técnica actual utiliza para el control** (obtenidos del estudio empírico sobre un conjunto de expedientes reales de control).

Empleamos para ello **la metodología denominada Fuzzy-QFD**, fruto de recientes investigaciones. Es un sistema mixto donde se integra la herramienta de gestión de calidad QFD (Despliegue de la Función Calidad), con análisis matemáticos de lógica difusa (Fuzzy).

Se trata de una técnica aplicada a la producción industrial la cual permite cuantificar las necesidades del cliente y crear productos adaptados a dichas necesidades que superen a la competencia. Se utiliza también para sancionar etapas y procesos productivos.

**El modelo resultante** podrá ser un referente para **medir el grado de eficiencia** en la gestión de las intervenciones de control.

### 3.- Justificación de la consulta a expertos.

En los trabajos para diseñar nuestro modelo de control se hace necesaria la intervención de un grupo de expertos en dos fases que nos aporten la siguiente información.

#### C. VALORACIÓN DE FACTORES DETERMINANTES DEL CONTROL DE CALIDAD. *(ya realizada semanas atrás)*

#### D. CORRELACIÓN ENTRE FACTORES Y FUNCIONES DEL CONTROL. *(cuestionario incluido en el presente documento)*

Una vez valorados los factores, debemos correlacionar éstos con las funciones del control, es decir, establecer cuánto colaboran las diversas actividades de las empresas de control con los requisitos a satisfacer.

## 4.- Realización del segundo cuestionario.

### 4.1 Relación entre Factores y Funciones del control

Esta segunda y última fase de la consulta a los expertos persigue valorar **la relación que guardan los factores definidos con las funciones o actividades propias del control de calidad**. La bibliografía lo define como la vinculación entre los “Qué”(requisitos) y los “Cómo”(formas de conseguirlos) para un proceso.

En nuestro caso pretendemos recabar opinión sobre cómo repercute cada factor o requerimiento propuesto (muestreo, independencia del controlador, etc.) en las diferentes tipos de actividad que las organizaciones de control realizan en la realidad (control de proyecto, de materiales, etc.).

Hablamos por tanto de vincular dos grupos de elementos compuestos por:

#### A. FACTORES INFLUYENTES

Tenemos por un lado de nuevo **los factores decisivos para el control**, tratados en la consulta anterior, de los cuales adjuntamos la valoración numérica obtenida (**escala 1-10**) tras procesar los resultados de los cuestionarios con metodología matemática Fuzzy:

		Valor Fuzzy
Factores relacionados con lo tangible	<b>Muestreo</b>	8.8
	<b>Coordinación entre etapas</b>	7.8
	<b>Criterios de aceptación/rechazo</b>	8.9
Factores relacionados con los conceptos	<b>Retroalimentación de fallos</b>	7.8
	<b>Vulnerabilidad de elementos</b>	7.7
Factores relacionados con las personas	<b>Independencia del controlador</b>	8.9
	<b>Motivación</b>	7.7



**B. FUNCIONES DEL CONTROL**

Y por otra parte exponemos **las funciones del control** que hemos definido tras nuestro el estudio y análisis de 153 expedientes de control de calidad de edificios de nueva planta contruidos en nuestro entorno durante los últimos ocho años.

**Funciones del control*****Control del encargo******Control del proyecto******Control de materiales******Control de ejecución******Pruebas de servicio******Control de entrega y posventa******Asistencia Técnica***

El alcance abreviado de cada una de estas funciones o actividades del control es:

- **Control del encargo.**

Hablamos en concreto de verificar las condiciones técnicas en la contratación y la organización de los diferentes agentes y procesos participantes. Podríamos también llamarle control organizativo, si bien el término comúnmente aceptado es de control del encargo.

Es una actividad poco implantada aún en el sector pero muy eficaz en sus resultados, pues al actuar desde el inicio incrementa notablemente la capacidad para corregir desviaciones y errores.

- **Control del proyecto.**

Verificar el proyecto técnico del edificio es indiscutiblemente una importante actividad a considerar. Posibilita la detección de fallos en la definición de unidades, aspecto crucial para la calidad en la ejecución y uso del inmueble.

Habitualmente se estructura en tres partes: control de estructura y cimentación, control de Instalaciones y control de la obra secundaria. Pudiendo existir una supervisión parcial con sólo una o dos de estas intervenciones.

- **Control de materiales.**

Es la actividad del control más arraigada en construcción.

No cabe duda que los datos sobre características de los materiales y su cumplimiento de especificaciones aportan luz para la conformidad de uso del edificio. Hay que incluir también dentro de esta función las verificaciones documentales mediante certificados, marcas, etc. aportados por los fabricantes de productos, las cuales tienden a desplazar algunos de los clásicos ensayos en obra.

- **Control de ejecución.**

Pieza clave de una industria que trabaja montando in situ productos no repetitivos y con una dependencia elevada de la mano de obra.

Es una tarea innata a la dirección facultativa de la obra, pero la colaboración de entidades de control se hace necesaria ante la diversificación tecnológica actual, siendo aún reducida su participación fuera del ámbito de las estructuras.

- **Control mediante pruebas de servicio.**

Incluimos bajo este epígrafe a las verificaciones in situ encaminadas a probar el funcionamiento de unidades una vez terminada su ejecución, antes de su entrega. Generalmente se incluyen pruebas de funcionamiento de diversas instalaciones y pruebas de estanqueidad de cubiertas y fachadas.

Este control constituye un verdadero banco de pruebas del producto, de cuyos resultados va a depender la puesta en marcha del edificio en condiciones óptimas. Hay que pensar que las pruebas de servicio cuantifican las prestaciones reales del edificio tal como se ha construido, de ahí que sean fundamentales para corroborar el cumplimiento de los compromisos adquiridos con los usuarios.

- **Control de entrega y posventa.**

Se refiere a la revisión final de acabados del inmueble una vez terminadas las obras así como la supervisión técnica que deriva de las observaciones realizadas por los usuarios cuando ocupan el edificio, bien sea a tenor de la toma de contacto con el inmueble durante la entrega o como consecuencia de la puesta en marcha del mismo en su primera etapa de vida útil.

Ciertamente en esta etapa no es posible realizar cambios de envergadura, pero es relevante por la vinculación y atención a los usuarios del edificio.

- **Asistencia Técnica.**

Se trata de una participación del controlador que va más allá de la mera expresión de resultados, ya que le asigna funciones de colaboración en la toma de decisiones, como experto tecnológico.

Permite a los demás agentes contar con el conocimiento y aportaciones de los diversos técnicos especialistas integrados en estas entidades. Así la entidad de control contribuye en aspectos que van desde la realización de análisis técnicos, búsquedas de información, aportar experiencias similares, o propuestas de soluciones

A partir de aquí, configuramos la matriz representada posteriormente (donde se cumplimentan las respuestas) que tiene estos factores como filas y las funciones como columnas.

## 4.2 Cuestiones

Como ya hemos comentado el presente cuestionario sirve para calificar la interrelación de factores y funciones que representamos en la matriz QFD. Se trata de responder en cada caso a la cuestión:

- ***¿Cómo valora la relación entre este factor determinante y esta función o actividad del control de calidad?***

Ello se lleva a cabo mediante la cumplimentación de la matriz ampliada que se adjunta.

Su utilización es simple, según detallamos **en el siguiente ejemplo:**

- **Tomamos como muestra** la relación entre el factor Muestreo (*fila 1*) y el Control de materiales (*columna C*), que tendrá que valorarse en casilla correspondiente (*celda C1*).
- Cuando pinchamos en dicha celda C1, aparece un desplegable con una escala tipo Likert con **cinco opciones** de valoración (***Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta***) así como una opción "*Sin relación significativa*". Debe seleccionarse una para valorar la relación entre el factor y la función (*en este caso en función de la ponderación que se quiera otorgar al muestreo para realizar el control de materiales*).
- La opción "**Sin relación significativa**" supone que quien cumplimenta el cuestionario entiende que el factor no guarda una relación significativa con la relación correspondiente, **siendo común que esto suceda al utilizar esta metodología.**
- El proceso descrito se repite para el resto de la cuadrícula.
- Tras la matriz incorporamos un espacio para añadir comentarios, si se estima oportuno.

		A	B	C	D	E	F	G
		<b>Funciones</b>						
		Control del encargo	Control del proyecto	Control de materiales	Control de ejecución	Pruebas de servicio	Control entrega y posventa	Asistencia Técnica
1	<b>Muestreo</b>	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
2	<b>Coordinación entre etapas</b>	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
3	<b>Criterios Aceptación/Rechazo</b>	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
4	<b>Retroalimentación</b>	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
5	<b>Vulnerabilidad</b>	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
6	<b>Independencia</b>	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar
7	<b>Motivación</b>	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar	Desplegar

**Observaciones (OPCIONALES)**

*Comentarios:* Haga clic aquí para escribir texto.

## Comentarios realizados en los cuestionarios

### *Comentarios incluidos en el Primer Cuestionario*

Se muestran la totalidad de comentarios expresados por los expertos en el primer cuestionario, ordenados por factores del control.

#### **Factor MUESTREO**

- Estimo esta como la parte más reglada y por lo que conozco, se realiza en base a un proceso matemático basado en la experiencia. Poco riesgo.
- Dentro de este aspecto me parece fundamental la forma de seleccionar la muestra, que no está establecida en todos los procesos.
- Puede ser un factor variable dependiendo a qué se aplique. En algunos productos y/o unidades de obra puede parecer fundamental, pero sin embargo en otros puede ser secundario. PE: en hormigón pensamos que tiene una muy alta repercusión y sin embargo es más importante que el número de amasadas controladas la forma que se ejecute el control (espérate que esta camión está terminado!). En un control de proyecto es más eficaz saber qué aspectos hay que controlar que aumentar el nivel de muestreo (comprueba todos y cada uno de los pórticos, pero no comprueba si las acciones son las establecidas).
- Creo que los muestreos difícilmente se acercan a la realidad
- Diferenciaría entre si el muestreo se realiza entre los elementos prefabricados que llegan a obra, con lo que, entiendo, ya ha sido controlado según normas y procesos en fábrica y no debo más que supervisar que cuenta con sus certificados. Ahora bien, el nivel de influencia de los elementos controlados por la ejecución en obra debe ser alto para una edificación estándar, muy alto en casos como hospitales, por ejemplo.

#### **Factor COORDINACIÓN**

- Importante para un proceso razonado del método. Para este trabajo se necesitará personal que tengan formación en el proceso constructivo.

- La selección de un control que supera el plazo de reacción ante sus resultados lo hace casi ineficaz. Por otra parte, plantear controles difíciles de incardinar en un proceso constructivo también afecta.
- Indiscutible es Muy Alto, por varias razones:
  - 1: Entre agentes. Para que queramos muchos ensayos si después no existe la figura que los interprete y los digiera.
  - 2: En tiempo. Cualquier fallo que se detecte en una fase anterior la repercusión por fallo será menor (económica, plazo, etc).
- La coordinación es esencial en todas las actividades. También en el control.
- Con la implantación del marcado CE, DITE y otras exigencias a los fabricantes, se puede escoger entre los productos del mercado el que más se ajusta a las prestaciones exigidas en nuestra edificación, lo que hace innecesaria la interrelación del control de fabricación con el control de ejecución del edificio, que puede destinarse a valorar dichas prestaciones en el entorno concreto donde se ubique el producto.

### **Factor CRITERIOS**

- Desde mi punto de vista este es uno de los aspectos clave en una empresa de control, el valorar respecto a normativa los resultados obtenidos de los ensayos. La interpretación de los mismos queda en manos de la Dirección de obra.
- Creo imprescindible tener criterios; si no, se trata de ensayar por ensayar.
- En la mayoría de los productos y unidades de obra no existen criterios claros de aceptación o rechazo.  
Si está cuestión se plantea como cumplimiento de las especificaciones sería muy alto, pero por el hecho de existir criterios no le veo tanta relevancia.  
El control empieza por sentirse controlado, independientemente de qué se controle o qué tiene que dar. Nos pasa con las probetas, ¿sabe realmente alguien lo que tiene que dar unas probetas de HA-25?, Si da más de 25 vale y si da menos lo pensamos y aplicamos fórmulas.
- Permite conocer si estamos entre los límites adecuados.
- Debería haber la firma del responsable de la obra que, en primer lugar, confirmara que ha leído la información del ensayo y se justificara (por norma u otros criterios) si se acepta o no la prueba y si, en su caso, se debe repetir o lo que decida la dirección facultativa.



- La verificación del cumplimiento de unos criterios de aceptación y rechazo es lo que motiva el control.

### **Factor RETROALIMENTACIÓN**

- Un factor fundamental en esta disciplina.
- Me parece que en el sector de la construcción tal y como está concebido en la actualidad este factor no asegura la calidad. La variabilidad de los equipos constructivos, de los propios materiales, etc., hace que no sea tan eficaz como en el sector industrial. Antes al contrario, en ocasiones nos tranquilizamos con los sistemas tipo ISO 9000 cuando ...
- Uno aprende de sus fallos propios y sobretodo de los ajenos.
- Es una buena forma de aprender con la experiencia.
- A la propia obra le afecta poco (salvo que deba repetirse una circunstancia similar), creo que es más interesante como mejora de los procedimientos para posteriores situaciones.
- La retroalimentación de fallos es un procedimiento de mejora continua propio de una organización, más que de un proceso genérico de control. Dentro del ámbito de dicha organización si se puede mejorar la eficiencia del control modificando los parámetros a controlar y ajustando los criterios de aceptación y rechazo a las experiencias en la puesta en obra de un producto.

### **Factor VULNERABILIDAD**

- Un aspecto muy interesante.
- Creo que es muy importante seleccionar las características y elementos más sensibles, aunque precisamente por fallos en la coordinación no sea frecuente. JD
- No obstante, en ocasiones se controlan aspectos sin repercusión ni técnica ni económica ni de plazos. ¿para qué se controla un tubo de PVC? ¿y de cobre?, tiene que ver con la vulnerabilidad.  
Por otro lado cobra cada día más fuerza controlar aspectos que tiene que ver con la estética o confort, y no digamos sobre la eficiencia energética...
- El control debe ser adecuado a las características de los elementos que se controlan.

- Aquellos elementos que condicionan la estabilidad y habitabilidad del edificio deben, de forma explícita, ser objeto de un control intenso: estructuras y envolvente frente a terminaciones, por ejemplo.
- La vulnerabilidad de los elementos es un parámetro que debe venir especificado desde la fabricación, y por tanto se debe escoger el producto en función de la vida útil o de servicio que se pretenda en la edificación. Es más importante el control de puesta en obra, para que una incorrecta colocación del producto no altere su durabilidad.

### **Factor INDEPENDENCIA**

- Creo que la actuación del controlador debe de ser objetiva y profesional, en esto reside el éxito del control. Para establecer la independencia del controlador, se abre un nuevo debate sobre la responsabilidad de la contratación de la empresa de Control de calidad, que en mi opinión siempre deberá de ser por parte del promotor y controlado por la dirección de ejecución. BV
  - Aunque se le supone, las presiones en el sector afectan mucho. Quizás no forzando a "mentir", pero sí, por ejemplo, obligando a no hacer los controles como se debiera por su mala contratación.
  - La independencia absoluta no existe, los agentes que intervienen en el control no actúan de forma altruista, son contratados y pagados por algún agente con intereses, sea promotor, constructor, fabricante. Pero sí es cierto que se deben establecer niveles de independencia.
  - No hay duda el controlador debe ser independiente.
  - La independencia del controlador debe quedar clara, no puede ser el que hace el que controla cómo lo ha hecho. Por eso es importante la firma del responsable de la dirección facultativa tomando conocimiento de dichas pruebas y posicionándose en una toma de decisiones.
  - Entendiendo esta cuestión como la influencia que tiene la dependencia económica u organizativa del control de un agente, es evidentemente alta, por lo que es recomendable garantizar la mayor independencia posible.
- Entendiendo esta cuestión, como puede derivarse del ejemplo que se detalla en la descripción de la misma, en la influencia del enfoque del control, según dependa de un agente u otro, es evidente a mi juicio que los parámetros a controlar y los criterios de aceptación y rechazo variarán según los objetivos de cada uno.

**Factor MOTIVACIÓN**

- La inalterabilidad de la muestra obtenida por un laborante en una toma de muestras, es fundamental a la hora de obtener ensayos ajustados a la realidad de un producto, por lo que su motivación/profesionalidad influye directamente en el resultado de las pruebas, afirmado que a raíz de una mala actuación se pueden obtener resultados poco ajustados a la realidad e incluso erróneos, con lo que en mi opinión se desvirtuaría el concepto fundamental del control de la calidad.
- No más que en cualquier otra actividad de la vida.
- Partiendo que es importante la motivación en todos los trabajos, en éste no más que en otros (igual). No lo considero tan importante la actitud que presenten los controladores, como la "aptitud" o grado de formación o mentalización. Puede ser un genio calculando estructuras pero a su vez un desastre como controlador.
- Sin motivación nada sale bien.
- La motivación de la personas debe cuidarse desde otro ámbito, es importante, pero una vez que están realizando el control de calidad, debe darse por supuesto la profesionalidad del técnico y su motivación resueltas.
- Los sistemas de autocontrol, certificaciones de calidad, auditorías internas y externas, pueden ayudar a mitigar este factor, racionalizando los procedimientos en las tareas de control.
- Entendido, tal como se nos ha explicado, la motivación del factor humano depende de su implicación, participación y formación, entre otras.

***Comentarios incluidos en el Segundo Cuestionario***

Los expertos consultados no han formulado observaciones adicionales al cuadro desglosado de cuestiones planteado en el segundo cuestionario.

## 11.4 Glosario de términos

Este glosario resumido pretende servir de apoyo en aquellos términos especializados con mayor relevancia para el contenido de la Tesis.

**AEC.** Asociación Española para la Calidad.

**AENOR.** Asociación Española de Normalización y Certificación.

**CALIDAD.** Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con unos requisitos.<sup>3</sup>

**CEN.** Comité Europeo de Normalización.

**CONTART.** Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica.

**CONTROL DE CALIDAD.** Parte de la gestión de calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.<sup>4</sup>

**CSIC.** Consejo Superior de Investigaciones Científicas. España.

**CTE.** Código Técnico de la Edificación. España.

**DAFO.** Es un procedimiento con solvencia demostrada en el mundo de la empresa desde la década de los 60 del siglo pasado, y que está fundamentado en la identificación de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de un sistema, de donde toma las iniciales para el acrónimo que lo denomina.

**DAU.** Documento de Adecuación al Uso. Se trata de un estudio, realizado por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, para comprobación de la aptitud al empleo del producto o sistema innovador en su uso específico.

**DB.** Documento Básico para el cumplimiento de exigencias del CTE. El conjunto de estos documentos forman la Parte II de dicha normativa.

**DELPHI.** Metodología consistente en la consulta a un número de expertos relacionados con la problemática específica, previamente elegidos, y realizada a través de unos cuestionarios que se suceden en el tiempo con el fin de converger en tendencias y opiniones compartidas.

---

<sup>3</sup> Según UNE-EN-ISO 9000: 2005.

<sup>4</sup> Según UNE-EN-ISO 9000: 2005.

**DIT.** Documento de Idoneidad Técnica. Se trata de un estudio, realizado por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para comprobación de la aptitud al empleo de un producto o sistema innovador en su uso específico.

**DITE.** Documento de Idoneidad Técnica Europeo (en la actualidad ETE, acrónimo definido en este glosario).

**DOR.** Distintivo Oficialmente reconocido (según anejo 19 EHE 08).

**EAE.** Instrucción de Acero Estructural. España.

**EFICIENCIA.** Relación óptima entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

**EHE.** Instrucción de Hormigón Estructural. España.

**ENAC.** Entidad Nacional de Acreditación. España. Es el organismo designado por la Administración para establecer y mantener el sistema de acreditación a nivel nacional.

**ENSAYO/ PRUEBA:** Determinación de una o más características de acuerdo con un procedimiento.<sup>5</sup>

**ETE.** Son las siglas de “Evaluación Técnica Europea”, que es la evaluación documentada de las prestaciones de un producto de construcción en cuanto a sus características esenciales.

**INSPECCIÓN.** Evaluación de la conformidad por medio de la observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones.<sup>6</sup>

**LOE.** Ley de Ordenación de la Edificación de España (ley 38/1999).

**LÓGICA DIFUSA.** La lógica difusa o lógica borrosa (*“Fuzzy Logic”* en inglés) es un tipo de lógica que va más allá de la lógica tradicional y trata de atender a la variada semántica con la que nuestro pensamiento trata determinados conceptos. La información que manejamos y con la que tomamos nuestras decisiones es en gran medida imprecisa, ambigua, incompleta, por lo que este método propone un análisis de las propuestas desde un punto de vista más cualitativo que cuantitativo. Para el tratamiento de esta realidad propone el trabajo conjunto con datos numéricos y términos lingüísticos.

**MUESTRA.** Porción o fragmento de material extraído de una cata para hacer pruebas.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Según UNE-EN-ISO 9000: 2005.

<sup>6</sup> Según UNE-EN-ISO 9000: 2005.

<sup>7</sup> Según UNE 41805-3:2009.

**MODELO.** Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo.<sup>8</sup>

**OCT.** Organismo de Control Técnico.

**PROCESO:** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.<sup>9</sup>

**QFD.** Herramienta matemática para análisis de productos con respecto a sus expectativas, nombrada por sus siglas en inglés, “QFD”, (Quality Function Deployment). Se representa en forma de Matriz ordenada cuyas entradas corresponden con las expectativas a cumplir y los modos de satisfacerlas.

**RPC.** Reglamento europeo de productos de construcción (Reglamento 305/2011)

**SISTEMA CONSTRUCTIVO.** Cada uno de los conjuntos funcionales de materiales y elementos constructivos en que puede subdividirse la totalidad de un edificio (estructura, cubierta, etc.).<sup>10</sup>

**SISTEMA GESTIÓN DE LA CALIDAD o SISTEMA DE CALIDAD.** Conjunto de elementos previstos en una organización para establecer la política y los objetivos de la calidad y controlarlos. Se suele asimilar con la documentación donde se establecen dichos requisitos.<sup>11</sup>

**VERIFICACIÓN.** Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> Según Diccionario RAE.

<sup>9</sup> Según UNE-EN-ISO 9000: 2005.

<sup>10</sup> Según UNE 41805-3:2009.

<sup>11</sup> Según UNE-EN-ISO 9000: 2005.

<sup>12</sup> Según UNE-EN-ISO 9000: 2005.

## 11.5 Relación de figuras, tablas e imágenes

### FIGURAS

#### ***Capítulo 1: Introducción***

Fig. 1/01. Ejemplo de comentarios reflejados en un parte de ensayos.

Fig. 1/02. Representación gráfica del Círculo de Deming.

Fig. 1/03. Función Garantía de Calidad (Control durante todo el proceso).

#### ***Capítulo 2: Justificación del tema elegido***

Fig. 2/01. Diagrama de las tres calidades.

#### ***Capítulo 4: Marcos de referencia***

Fig. 4/01. Primera instrucción para el proyecto y ejecución de obras de Hormigón.1939.

Fig. 4/02. Organigrama de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial.

Fig. 4/03. Marca AENOR N de producto certificado.

Fig. 4/04. Marca AENOR de Sistema de Gestión de la Calidad según UNE-EN-ISO 9001.

Fig. 4/05. Composición del etiquetado para marcado CE de un producto de construcción.

#### ***Capítulo 5: Estado del arte***

Fig. 5/01: UNE EN 31010: 2011. Esquema de diagrama de espina de pescado o de Ishikawa.

Fig. 5/02. Ejemplo gráfico de control.

Fig. 5/03. Sistema de Garantía de Calidad.

#### ***Capítulo 6: Metodología***

Fig. 6/01. Evolución histórica de los tratamientos de la Calidad.

Fig. 6/02. Evolución de la Gestión de la Calidad.



Fig. 6/03. Esquema Metodológico seguido en la investigación.

Fig. 6/04. Estructura tipo de una matriz QFD.

Fig. 6/05. Gráficas de pertenencia a conjunto clásico (a) y difuso (b) para  $t^a$  alta/baja.

Fig. 6/06. Funciones características habituales: triangular (a), trapezoidal (b), gaussiana (c) y sigmoidal (d).

Fig. 6/07. Detalle de la función triangular.

Fig. 6/08. Etiquetas lingüísticas de la variable temperatura ambiente.

Fig. 6/09. Esquema general de un proceso basado en la lógica difusa.

Fig. 6/10. Evaluación de la proposición antecedente de una regla difusa.

Fig. 6/11. Proceso de regla difusa.

### **Capítulo 7: Etapa Analítica**

Fig. 7/01. Lc 91: Diagrama de flujo para programación del control de materiales.

Fig. 7/02. Modelo del proceso de construcción mediante pentágono.

Fig. 7/03. Procesos de obtención y mantenimiento para certificación de productos.

Fig. 7/04. Mecanismo de certificación.

Fig. 7/05. CTE. DB HS1: Definición de los productos para hoja principal de fachadas.

Fig. 7/06. CTE. DB HS-1: Límites a los componentes de la hoja principal de la envolvente recogidos en el artículo 4.1.2. de la norma.

Fig. 7/07. CTE. DB HE-1: Resto de límites a los componentes de la hoja principal de la envolvente recogidos en el artículo 2.3.2. de la norma.

Fig. 7/08. Datos de causas de Fallos. Estudio de Miroslav Matousek.

Fig. 7/09. Datos de detección de errores. Estudio de Miroslav Matousek.

Fig. 7/10. Distribución de datos de siniestros en Asemas.

Fig. 7/11. Orígenes de siniestros según A. van den Beukel y Antonio Garrido.

Fig. 7/12. Pirámide de Maslow.

- Fig. 7/13. Clasificación por grupos de los 153 expedientes estudiados.
- Fig. 7/14. Distribución de controles no totales en los casos estudiados.
- Fig. 7/15. Recorte de un acta de ensayos con las prescripciones de una norma UNE.
- Fig. 7/16. Distribución porcentual del agente autor del encargo en nuestro estudio.
- Fig. 7/17. Distribución de los 101 expedientes con intervenciones de OCT.
- Fig. 7/18. Porcentaje de expedientes estudiados con control total.
- Fig. 7/19. Regla de Sitter o de los cinco.
- Fig. 7/20. Estadística general de origen de daños.
- Fig. 7/21. Distribución del control de proyecto en el total de nuestro estudio.
- Fig. 7/22. Estadística de causas de las lesiones en Construcción para España.
- Fig. 7/23. Comparativa de costes de fallos en la edificación (España).
- Fig. 7/24. Distribución del control de materiales en los 153 expedientes objeto del estudio.
- Fig. 7/25. Origen de lesiones estructurales en edificaciones españolas.
- Fig. 7/26. Distribución de los 113 expedientes con Control de Ejecución.
- Fig. 7/27. Ausencia/Presencia de Pruebas de servicio en el total de expedientes estudiados.
- Fig. 7/28. Distribución de los 34 expedientes con Control de de Entrega y Posventa.
- Fig. 7/29. Ausencia/Presencia de Asistencia Técnica (A.T.) en el total de expedientes estudiados
- Fig. 7/30. Edición del conjunto de operadores en el modelado difuso.
- Fig. 7/31. 1<sup>er</sup> Cuestionario: Gráfica de las funciones de pertenecía difusas triangulares asociadas a las etiquetas lingüísticas.
- Fig. 7/32. Ejemplo de definición de las variables lingüísticas en el programa Xfuzzy.
- Fig. 7/33. Xfuzzy: Ventana de edición de bases de reglas del 1<sup>er</sup> cuestionario.
- Fig. 7/34. Estructura jerárquica del sistema inferencia difuso en el entorno Xfuzzy 3.0.

Fig. 7/35. Xfuzzy: Monitorización del sistema de inferencia difuso.

Fig. 7/36. 2º Cuestionario: Gráfica de las funciones de pertenencia difusas triangulares asociadas a las etiquetas lingüísticas.

Fig. 7/37. Xfuzzy: Ventana de edición de bases de reglas del 2º cuestionario.

### **Capítulo 11: Anejos**

Fig. 11/01 (7/01)<sup>13</sup>. Lc 91: Diagrama de flujo para programación del control de materiales.

Fig. 11/02. Lc 91: Diagrama de flujo para realización del control de materiales.

Fig. 11/03. Lc 91: Diagrama de flujo para programación del control de ejecución.

Fig. 11/04. Lc 91: Diagrama de flujo para realización del control de ejecución.

## **TABLAS**

### **Capítulo 1: Introducción**

Tabla 1/01. Diferencias entre Control de Producción (CP) y de Recepción (CR).

### **Capítulo 2: Justificación del tema elegido**

Tabla 2/01. Resultados de la inspección de consumo en Andalucía (2013).

### **Capítulo 4: Marcos de referencia**

Tabla 4/01. Garantías establecidas en el artículo 19 LOE.

Tabla 4/02. Ejemplo Impreso control de ejecución de cubiertas Lc 91.

### **Capítulo 5: Estado del arte**

Tabla 5/01. UNE EN 66178: 2004 (anexo A): Listado de técnicas y herramientas para la gestión del proceso de mejora continua de la calidad.

Tabla 5/02. Resumen de factores recopilados a partir de las fuentes consultadas.

---

<sup>13</sup> Esta figura ya se encuentra reflejada en el capítulo 5 con la numeración reflejada en el paréntesis.

**Capítulo 7: Etapa Analítica**

Tabla 7/01. Propuesta de factores para el Modelo.

Tabla 7/02. Detalle del cuadro resumen de ensayos dentro de un plan de control.

Tabla 7/03. CTE DB HE-1 2013: Tabla que recoge la permeabilidad al aire de los huecos de la envolvente térmica para edificios residenciales privados.

Tabla 7/04. EHE 08: Tamaño máximo de los lotes para control de resistencia, para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido.

Tabla 7/05. EHE 08: Establecimiento de las unidades mínimas a inspeccionar en control de ejecución para el autocontrol interno y el contraste externo.

Tabla 7/06. UNE ISO 2859-1:2012: Plan de muestreo simple en inspección normal.

Tabla 7/07. Plan de muestreo para inspecciones técnicas con NCA 4%.

Tabla 7/08. Resultado del trabajo de investigación para muestreo de pruebas de recepción en edificios.

Tabla 7/09. Análisis de los Modos de Control.

Tabla 7/10. Organismos evaluadores de la conformidad para las diferentes áreas de acreditación.

Tabla 7/11. EHE 08: Criterios de aceptación de lotes de control de la resistencia a compresión del hormigón.

Tabla 7/12. Estudio sobre patologías en edificación MUSAAT: Número de patologías computadas a cada zona del edificio y porcentaje en el total.

Tabla 7/13. Principales reclamaciones por zonas y daños.

Tabla 7/14. Ordenación de factores para análisis de riesgo.

Tabla 7/15. Tipos de control según origen del encargo.

Tabla 7/16. Edificios visados en la provincia de Sevilla según destino.

Tabla 7/17. Viviendas visadas en la provincia de Sevilla según tipología.

Tabla 7/18. Referencia para Muestreo de expedientes a examinar.

Tabla 7/19. Ejemplo de Ficha resumen del examen pormenorizado a un expediente

Tabla 7/20. Esquema del análisis DAFO.

Tabla 7/21. Propuesta de Funciones operativas del control de calidad.

Tabla 7/22. Relación entre la propuesta de Funciones y las ideas DAFO.

Tabla 7/23. Cuantificación de causas de siniestros en edificios (España).

Tabla 7/24. Matriz inicial con conceptos de entrada.

Tabla 7/25. Tabla para cuestión tipo (1er Cuestionario).

Tabla 7/26. Resultados completos a la ponderación de factores (1<sup>er</sup> Cuestionario).

Tabla 7/27. Extracto de las observaciones aportadas en la 1ª fase del Cuestionario.

Tabla 7/28. 1er Cuestionario: Números difusos triangulares asociados a las variables lingüísticas.

Tabla 7/29. Valores asignados a los factores tras el análisis Fuzzy.

Tabla 7/30. Resultados finales de la valoración de Factores.

Tabla 7/31. Matriz para valoración factores/funciones por expertos.

Tabla 7/32. Resultados completos a la ponderación de Factores/Funciones.

Tabla 7/33. 2º Cuestionario: Números difusos triangulares asociados a las variables lingüísticas.

Tabla 7/34. Matriz Central del Modelo.

Tabla 7/35. Relación completa de expedientes.

### ***Capítulo 8: Propuesta y Viabilidad del Modelo***

Tabla 8/01. Matriz final del modelo.

Tabla 8/02. Ejemplo del procedimiento de correlación.

Tabla 8/03. Escala del coeficiente de correlación.

## IMÁGENES

### ***Capítulo 2: Justificación del tema elegido***

Imagen 2/01. Portada de un artículo sobre Calidad en viviendas.

### ***Capítulo 7: Etapa Analítica***

Imagen 7/01. Patología por desprendimiento de alicatados.

Imagen 7/02. Imagen de ensayo de adherencia en laboratorio.

Imagen 7/03. Desprendimiento de aplacado de piedra en fachada.

Imagen 7/04. Ensayo de adherencia in situ sobre alicatado.

Imagen 7/05. Toma de muestras para ensayos de resistencia del hormigón en una obra estudiada.

Imagen 7/06. Imagen tomada durante el control de ejecución de forjado en una obra estudiada.

Imagen 7/07. Imagen tomada sobre una prueba de estanqueidad in situ realizada en un expediente estudiado.

Imagen 7/08. Fotografía de anomalías en solería durante el proceso de entrega, dentro del control de un edificio analizado.

Imagen 7/09. Imagen incorporada en un informe de asistencia técnica sobre soluciones erróneas en apoyos del cerramiento.

